STUDIEN AN DER KARTOFFELKNOLLE: BEITRAG ZUR WISSENSCHAFTLICHEN BEGRÜNDUNG EINER RATIONELLEN...

Hermann Franz


Digitized by Google

Oecon. 644 Ir.

Franz



Digitized by Google

Studien an der Kartoffelknolle.

Beiträge

zur

wissenschaftlichen Begründung einer rationellen Praxis der Kartoffelcultur.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

an der

Georg-Augusts-Universität

zu Göttingen

von

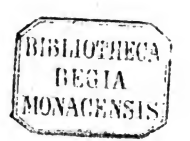
Hermann Franz

in Weimar.

Göttingen 1873.

Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckerei.
W. F. Kästner.

Digitized by Google


BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Digitized by Google

Seinem lieben Lehrer und Freunde

Dr. Heinrich Konrad Schneider,

Begründer und Inhaber der landwirthsch. Lehranstalt, der Müller- und Brauerschule zu Worms a. Rh.,
Ritter des Königl. Preuß. Kronenordens 3. Klasse und des Großh. Sächs. Hausordens der Wachsamkeit oder vom weißen Falken,

voll dankbarer Verehrung

der Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Kaum giebt es in der Lehre vom speciellen Pflanzenbau einen engeren Abschnitt, welcher so viel Interesse in Anspruch nimmt, so viele Versuche, Behauptungen und Widersprüche veranlaßt und dadurch selbst beweist, wie sehr er noch der Kultur und Aufhellung bedürftig, wie der über den rationellen Anbau der Kartoffel. Fast in die Hunderte gehen die Feldversuche, deren Ergebnisse veröffentlicht werden, um für einzelne Fragen bestimmte Grundlagen abzugeben; nur wenige solcher Versuche tragen den Charakter wissenschaftlicher Behandlung, während die Mehrzahl mit unreifen Anschauungen theils über die physiologischen Vorgänge beim Pflanzenwachsthum überhaupt, theils über die Keimung und Entwicklung der Kartoffelpflanze im Speciellen, angetreten werden. Besonders ist es das Saatgut, über welches seit geraumer Zeit endlos viel versucht, geschrieben, gefunden und widerlegt worden ist, und über welches auch gegenwärtig noch mit die größte Unklarheit herrscht. Darüber ob große oder kleine Kartoffeln zur Aussaat verwendet, ob sie zerschnitten oder ganz belassen werden sollen, ob man mit Vortheil bloß sogenannte Augen als Saatstücke ausheben könne und dergl. mehr, herrscht noch heute derselbe unerquickliche Wirrwar von auf comparative Versuche gestützten Ansichten, wie vor einem halben Jahrhundert und früher, einfach, weil in allen diesen Versuchen eine wissenschaftliche Kritik leider zu oft vermißt, das rohe Ergebniß nicht vergeistigt wird und nicht selten die wichtigsten und mitentscheidensten Faktoren gänzlich unbeachtet bleiben. So kann es kommen, daß die Lehre, wie man es machen müsse, heute abgeschlossen scheint und morgen durch eine andere ersetzt wird, um nach einiger Zeit von Neuem aufzutauchen. Mußte man nun so einsehen, daß sich die angelegten Versuche in ihren Ergebnissen allzuoft widersprachen, so suchte man endlich das Heil im Umfang der Versuchsfelder.

Digitized by Google

Mögen große Versuchsfelder immerhin für gewisse Fälle ihren Werth behalten, so vermochten sie aber bis jetzt ebensowenig zu einem sichern Ergebniß über das vortheilhafteste Saatgut zu führen [1]) als wie die früher benutzten kleineren Felder; ja oft sogar müssen bei sehr umfänglich angelegten Versuchen die Garantieen für die Unfehlbarkeit der aus den Resultaten gewonnenen Schlüsse geringer sein als bei einer mäßigen Ausdehnung der Versuchsfelder.

Zur Illustration der in Rücksicht auf das Saatgut der Kartoffel herrschenden Widersprüche mögen hier nur einige derjenigen der bekanntesten Auslassungen und Versuche, welche im Einzelnen zugleich als die maßgebendsten erachtet werden könnten, nebeneinander gestellt sein.

In seiner „Anleitung zum practischen Ackerbau" (1825) gedenkt schon Schwerz dieser Wirrsale, indem er schreibt:

> „Was hat man nicht schon Alles mit der geduldigen Kartoffel angefangen, um das ziemlich kostspielige Saatgut derselben weniger kostspielig zu machen; oder durch die Auswahl desselben die Rückgabe zu vermehren! Man pflanzt sehr dicke auserlesene Kartoffeln, mittelmäßige, kleine, Auswurf. Man pflanzt ganze, halbe, geviertelte, einäugige Würfel, Platten, (Köpfe), ausgebohrte Augen 2c. 2c."

Indessen ist sein Schlußsatz doch auch höchst beachtenswerth, welcher sagt:

> „Alles wächst und gedeiht mehr oder weniger, je nachdem man mehr oder weniger Fleiß und Vorbereitung darauf verwendet."

Obgleich nun Schwerz es anerkennt, daß „eine dicke, vollbürtige Kartoffel unter gleichen Verhältnissen eine stärkere und dabei größere Nachzucht habe, als eine von mittelmäßigem Umfang und diese wieder der kleineren vorzuziehen sei", bemerkt er doch „daß von dicken Saatkartoffeln, selbst bei weiterer Auspflanzung leicht noch einmal soviel Saatgut daraufgehe als bei mittelmäßigen" und zieht zuletzt den Schluß:

> „man habe aber in dem Zertheilen ein gutes Mittel, dem Verlust vorzubeugen und könne dann das Viertel einer ganz großen Kartoffel der Hälfte einer mittelmäßigen vorgezogen werden."

Denjenigen, welche sich gegen das Zerstückeln erklären, giebt Schwerz nur unter „sicheren Umständen", worunter er blos die Nässe des Feldes anführt, Recht. Die Versuche von Anderson, welche der-

---

1) Es muß übrigens hier schon bemerkt werden, daß nur von einem relativ vortheilhaftesten Saatgut die Rede sein kann, wie dies auch allgemein angenommen ist.

Digitized by Google

selbe Schriftsteller dann mittheilt, ergeben unter Anderm ein Ertragsverhältniß von zerschnittenen (wie zerschnitten?) großen Knollen, denen man nur ein Auge gelassen hatte, zu den von in der Mitte durchschnittenen (wahrscheinlich Längenschnitt?) gleich 231 zu 125 (Verhältniß des Saatgewichts der beiden Klassen wie 6 : 1). Andersons Versuche konstatiren ferner ein ziemlich beträchtliches Nettoübergewicht (also nach Abrechnung des Saatgutes) von ganzen gegenüber zerschnittenen gleichgroßen Knollen bei ähnlicher Entfernung. Verhältniß: 283 zu 231.

Bei späteren Versuchen findet Bergier de Renens (Schwerz S. 625)

von ganzen dicken Knollen Nettoertrag . .	184 Pfd.
von mittelmäßigen	150 „
von kleinen	145 „
von Stücken mit zwei und drei Augen . . .	124 „

Dagegen spricht sich wieder Thaer in seiner Auflage von 1837, obgleich er auch der mittleren und großen Knolle den Vorzug giebt, doch dahin aus, daß man letztere unbedenklich in zwei Stücke zerschneiden könne.

Gehen wir nun auf neuere Versuche über:

Im Jahre 1866 macht Stohmann in der Ztschr. d. l. Centralv. d. Prov. Sachsen Mittheilungen über das Mallet'sche Verfahren, wonach bei einer Parcellengröße von 5 Q. R. von ganzen Saatknollen 115, von halbirten, von denen man die beiden Hälften an eine Pflanzstelle zusammenlegte, um nur mit gleichen Saatgewichten zu operiren, nur 64 Pfund geerntet wurden; 1868 bringt der Chemische Ackersmann die Versuche von Lehmann und Ulbricht, welche bei gleichem Verfahren von den ganzen Knollen 46 Pfund 1 Loth, von den halbirten 46 Pfund 8 Loth ergaben[1]). Diesen Ergebnissen fügt der Chem. Ackersmann die Resultate sehr compendiöser englischer Versuche vom Jahre 1865 an, wonach aus halbirten Knollen pro Acker 40 Ctr. mehr geerntet wurden als aus ganzen und dies als Durchschnitt aus allen Saatgrößen und allen Pflanzweiten. Dagegen berichtet wieder im Jahre 1870 das Sächs. Amtsbl. über die im Jahre vorher auf der Versuchsstation Pommritz angestellten Anbauversuche, wonach:

---

1) Es kann nicht unerwähnt bleiben, daß diese Versuche mit Knollen angestellt wurden, die schon sehr weit entwickelte Keime hatten. Vergl. Chem. Ackersm. 1868 S. 49. Die Versuche waren durch die Stohmann'schen von 1866 veranlaßt, sind aber unter diesen Umständen keineswegs geeignet, denselben als widerlegend gegenüber gestellt zu werden.

Digitized by Google

große, geschn. Mittelk. b. 1837 ℔ Saatgew. 16620 ℔ Ernte von 18,33 % Stärke
kleine ganze Kart. b. nur 990 „ „ 18757 „ „ „ 19 „ „
ganze Mittelkart. bei 2025 „ „ 23107 „ „ „ 19 „ „
bei gleicher Pflanzweite lieferten.

Von allen diesen Versuchen sagt uns nicht ein einziger, in welcher Weise die Kartoffeln zerschnitten oder halbirt worden sind; bei allen ist ein im höchsten Grade mitentscheidendes Moment unbeachtet geblieben. Die Versuche sind darum an sich ebenso ungeeignet, Schlüsse darauf zu bauen, wie sich untereinander widersprechend.

Ueber die zweckmäßigste Größe der Saatknolle liegen weit zahlreichere Versuche vor als über den Einfluß des Zerschneidens, obschon der letztere, man möchte annehmen, mehr Stoff zum ernsten Studium bietet als die Größe der Knollen. Man scheint seit jüngster Zeit sich ganz völlig der Annahme hingegeben zu haben, daß die Mittelkartoffel unter allen Umständen die zur Saat zu benutzende, jedes Zerschneiden aber unbedingt verwerflich sei. Mag auch diese scheinbare Gewißheit durch mit Sorgfalt angelegte Versuche wie durch manche gewöhnliche Wahrnehmungen unterstützt werden, so ruht sie aber zur Zeit noch keineswegs auf irgend einer tieferen wissenschaftlichen Erkenntniß und läßt sich auf Grund solcher sogar als theilweise falsch erweisen. Zwar macht schon Hellriegel 1872 im „Amtl. Vereinsbl. d. l. Centralv. d. M. Brdbg." darauf aufmerksam, daß das „landwirthschaftliche Dogma" „„mittelgroße Kartoffeln seien als Saatgut die besten"" irrig sei". Wenn derselbe indessen, die Ergebnisse der übrigens höchstschätzbaren Arbeit resumirend, zu dem Schluß kommt: „zur Erlangung der größtmöglichsten Ernte sei die erste Bedingung die, so viele Keime in den Boden zu bringen, als sich zu gesunden und kräftigen Pflanzen zu entwickeln vermöchten", so möchte der in diesem Satze liegenden Wahrheit schon um deswillen eine andere Fassung zu wünschen sein, weil er Begriffe in sich schließt, welche nach verschiedenen Richtungen gewiß über sachgemäße Grenzen hinaus dehnbar sind: Was ist eine gesunde, kräftige Pflanze? Die nach Gülich erzeugte, welche einen Bodenraum von 12—16□' einnimmt oder die bei einfüßigem Satz gewonnene? Noch mehr aber: was ist ein Keim? Der Trieb von einem Kronenauge einer 500 Gr. schweren Kartoffel, welcher, rein aus den in der Mutterknolle ruhenden Bedingungen erzeugt, in bestimmter Zeit 40, 50, 60 mm. Länge und eine kraftvolle Proportion erreicht, oder der kümmerliche Seitentrieb von einer 50 Gr. wiegenden Knolle, welcher, unter gleichen Bedingungen erzielt 5, 10, 15 mm. lang wird? Gerade die Keime dürfen am allerwenigsten zusammen in einen Topf geworfen werden, indem man sie blos nach ihrer Zahl beur-

Digitized by Google

theilt. Wer Hellriegels Schlüsse in ihrer Gesammtheit geistig richtig erfaßt hat, möchte diesen Einwürfen gegen den oben angezogenen Satz am Ende theilweise den Vorwurf der Wortklauberei machen, wäre dessen den gesammten Schlüssen zum Theil widersprechender Inhalt nicht gerade resumirend; dadurch aber muß er vielfach zu den größten Irrungen Anlaß geben und muß außerdem unverändert und unerklärt in andere Schriften übergehen, zum Nachtheil der Arbeit selbst. Die ganze Arbeit sammt ihrer resumirenden „Calculation" steht reiner vor dem Leser, denkt er sich diesen Satz, der selbst vom Verfasser vielleicht anders gefühlt als gefaßt ist, ganz hinweg.

In manchen anderen Fragen, welche die Kartoffelkultur an die Wissenschaft stellt, geht es in ganz ähnlicher Weise wie rücksichtlich des Saatgutes mit Annahmen, Behauptungen, Versuchen und Widersprüchen, und nur wenige Arbeiten bemühen sich ernstlich, solche Fragen auf anderem Wege zu erledigen als durch einfache Ertragsvergleichungen von diesem und von jenem practischen Verfahren. Die Tiefe des Auslegens, die Reihenweite, Art und Zeit der Behandlung des bestellten Feldes u. dergl. mehr sind Dinge, die noch oft von Gelehrten wie von Nichtgelehrten in fast gleich oberflächlicher Weise diskutirt werden; doch wurden aber in neuerer Zeit mehrere höchst verdienstvolle Beiträge zur Aufhellung dieser Fragen geleistet, wovon nur diejenigen von Schuhmacher[1]), von Kühn[2]), von Bretschneider[3]) und die oben von Hellriegel angezogene als zum Theil sehr durchgeistigte Arbeiten noch besonders hervorgehoben werden müssen. Dürfte auch aus diesen Abhandlungen mancher trocken hingestellte Satz noch diskutirbar bleiben, so sind sie aber vom Geiste wahrer Wissenschaftlichkeit getragen und wirken darum erwärmend und den Sinn für wissenschaftliche Auffassung auch specieller praktischer Fragen hebend und fördernd.

Am weitesten ist wohl verhältnißmäßig das wissenschaftliche Studium der gemeinen Kartoffelkrankheit gediehen; aber immitten so vieler gediegener Arbeiten auf diesem Gebiet ist es wahrhaft unbegreiflich, wie man den schon früh durch Liebig ausgesprochenen Grundgedanken über die Quellen des Kohlenstoffs und die Function der Blätter, noch viele Jahre nach Erscheinen der Arbeiten eines Jul. Sachs und anderer verdienten Forscher über diese Materie, ignoriren kann; es heißt gradezu einen schon seit geraumer Zeit auf experimentellem Wege klar gestellten, nunmehr unanfechtbarsten Fundamentalbegriff der Physiologie — mit dem

1) Neue landw. Ztg. 1868.
2) Bericht über Versuche zur Prüfung des Gülich'schen Verf. rc. Halle 1872.
3) Der Landwirth, 1871. Nro. 18.

Digitized by Google

mildesten Ausdruck belegt — mißachten und ist, zumal vom hohen Lehrstuhl herab kaum entschuldbar, wenn Prof. C. Birnbaum bei der Frage über die Unschädlichmachung des Kartoffelpilzes durch Abschneiden des Krautes noch 1871 einen Streit für den Satz führt „durch das vorzeitige Abschneiden des Krautes werde der Ertrag der Kartoffel nicht beeinträchtigt [1])". Für die einfache Aufstellung des Satzes konnten noch mildernde Umstände angenommen werden, aber ihn auch noch zu vertheidigen, geht jedenfalls zu weit.

Nach diesem kurzen Seitenblick nunmehr auf die Feldversuche über Ermittelung des vortheilhaftesten Saatgutes zurückkommend, ist besonders hervorzuheben, daß bei allen bis jetzt in weiteren Kreisen bekannt gewordenen Versuchen, wie schon kurz bemerkt, eine Thatsache vom entscheidensten Einfluß auf die Gesammtvegetation der Kartoffelpflanze, die zwar aus den alltäglichen Wahrnehmungen der gewöhnlichen Wirthschaftspraxis bekannt sein könnte, wohl auch hier und da beobachtet ist, vollkommen ignorirt wurde. Nicht alle Augen an derselben Kartoffel haben einen gleichen Kulturwerth; in ihrer Lebensfülle und in der ganzen Entwicklung sind die verschiedenen Augen sogar in hohem Grade verschieden und es ist nicht recht begreiflich, wie man beim Zerschneiden der Kartoffeln zum Zweck der Veranlagung comparativer Versuche diesen Umstand so ganz allgemein übersehen konnte; begreiflich aber ist es, daß die gewonnenen Resultate mit ihrer größeren Zahl auch die Verwirrung der Begriffe vergrößern mußten, da kein Versuchsansteller dem andern sagte, wie er die Knollen zerschnitten, ob es eine Sorte mit vielen oder mit wenigen Augen, ob die Knollen abgewelkt oder nicht u. s. f.

Gerade mit dem Vegetationswerth der verschiedenen Augen an der Knolle soll sich die gegenwärtige Arbeit vorzugsweise beschäftigen und Verfasser hofft, daß der eingeschlagene Weg „das Studium der Natur der Mutterknolle nach verschiedenen Richtungen" zu positiveren Anschauungen über den Werth oder Unwerth dieses oder jenes Verfahrens führen dürfte als die nakte Vergleichung von Versuchsergebnissen; insbesondere aber dürften auch Anhaltepunkte gewonnen werden, welche zu einer richtigen Deutung gewisser Versuchsresultate ebenso wie bei Veranlagung solcher Versuche nicht ferner außer Acht gelassen werden können.

Anatomisch-physiologische Vorerinnerung.

Neben Stengel und Wurzel entwickelt die Kartoffelstaude noch ein drittes Gebilde: den Stolo oder Tragfaden, welcher jedoch nur als Ab-

1) Deutsche Landw. Ztg. 1871. Nro. 131 und 132.

Digitized by Google

änderung eines gewöhnlichen Stengels aufzufassen ist. Seine Blätter verkümmern zu Schuppen, die bald abfallen, in den Schuppenachseln aber bilden sich Knospen, ebenso wie in den Blattachseln des Stengels, und wie diese letzteren sich zu Seitenstengeln entwickeln können, haben jene das Vermögen, sich zu Seitenstolonen oder auch gleich zu Knollen weiterzubilden [1]). Die gewöhnlichste Knollen-Bildung erfolgt durch an der Spitze eines Stolo oder auch Seitenstolo beginnende und fortschreitende Verdickung. Knolle und Tragfaden unterscheiden sich von dem Stengel vorzugsweise durch ihr normal nur bei Lichtabschluß erfolgendes Auftreten und durch eine räumlich andere und verschiedene Ausbildung ihrer anatomischen Bestandtheile und somit ihrer äußeren Formen, während jene Bestandtheile selbst im Wesentlichen mit denjenigen des Stengels analog sind und analoge Anordnung zeigen, weshalb man auch den Tragfaden unterirdischen Stengel genannt hat. Die Knolle ist das fleischig verdickte Ende dieses Stengels, welches noch die besonderen Merkmale für sich hat, daß seine Internodien sitzen bleiben, nicht gestreckt sind, daß es sich schon frühe als Individuum abgrenzt und bei vorgeschrittener Reife als solches völlig lostrennt, aus welchem Grunde man die Knolle auch als Knospe auffaßt [2]). Die sogenannten Augen sind den Blattwinkeln des Stengels analog und bezeichnen gleich diesen die Knoten (nodes). Die Stolonenbildung erfolgt aus den Achselknospen der untersten Knoten des grünen Blattstengels, wenn diese vom Licht abgeschlossen resp. mit Erde bedeckt sind; bei Lichtzutritt bilden sich dieselben Organe der Regel nach zu grünen Seitentrieben aus, ebenso wie sich auch umgekehrt die Achselknospen schon höher gelegener Knoten, wenn sie frühzeitig genug dem Lichte entzogen werden, zu Stolonen entwickeln können. Bisweilen kommt es vor, daß in Blattachseln, welche auch dem Lichte ausgesetzt sind, direkt Knöllchen anstatt der Seitentriebe entstehen, eine Abnormität, welche in Störungen der Saftbewegung beruht und künstlich hervorgrufen werden kann.

Wird eine Knolle der Länge nach durch die Mitte zerschnitten, so zeigt sie sich in ihren Schichtungen ganz analog dem oberirdischen Stengel. Des letzteren äußerste Schicht ist die Epidermis, welche sich an

---

1) Ob ganz unmittelbar, ist übrigens durch später mitzutheilende Beobachtungen in Frage gestellt.

2) Obschon nach Schleiden die Auffassung der Knolle als Knospe in fast alle wissenschaftliche Werke übergegangen ist, scheint es übrigens dennoch richtiger, sie ähnlich wie die Frucht mit ihren Hüllen als eine allerdings einfachere Complication von verschieden entwickelten Stengelgliedern aufzufassen, womit freilich nicht gesagt sein will, daß die Knolle darum den Character der Frucht annehme. An anderem Orte mehr darüber.

Digitized by Google

der reifen Knolle bereits abgelöst hat; nach ihr kommt beim Stengel wie bei der Knolle die Rinde (Vergl. Taf. I Fig. 1), welche bei der Knolle schon fleischig verdickt ist und deren äußerste 10—15 Zellschichten verkorkt sind und so die Schale bilden. Auf der Schnittfläche unterscheidet man alsdann einen zarten Kranz von Gefäßbündeln (Taf. I Fig. 1g), analog dem Gefäßcylinder des Stengels. Dieser Gefäßkranz ist von Bildungsgewebe umhüllt und trennt außerdem das Rindengewebe von demjenigen des Markes, welches ebenfalls fleischig verdickt (vermehrt) ist.

Jedes Auge einer reifen Knolle birgt mehrere Knospen, welche nach einer gewissen Zeit der Ruhe unter günstigen Umständen zu Keimtrieben auswachsen und so neue Pflanzen erzeugen.

Schon die gewöhnliche Beobachtung zeigt, daß Keimaugen an der Kartoffel stets noch lange ruhen, während andere nicht blos ausgekeimt, sondern bereits bewurzelte Blattstengel von verschiedenster Größe und Ausbildung erzeugt haben. Die verspäteten sind normal immer die seitlich der Mittelachse an der ganzen Knolle in spiraliger Anordnung umher liegenden Augen, die man deshalb „Kreis- oder Seitenaugen“ nennen kann. Die frühe austreibenden sind bei normaler Bildung der Mutterknolle die dem Anheftungspunkt gegenüber und somit auf dem oberen Achsenende sitzenden „Kronenaugen“. Sie sitzen gewöhnlich zu mehreren nahe beisammen und sind die jüngst gebildeten. Als Krone kann man, kurz und einfach ausgedrückt, bei runden und wenig länglichen Knollen ein Viertel bis ein Drittel der ganzen Knolle annehmen, bei längeren Sorten weniger.

Zerschneidet man eine Kartoffelknolle, auf ein Kronenauge ansetzend, der Länge nach durch die Axe genau nach dem Anheftungspunkte (Nabelende) gehend so, daß durch den Schnitt — was sich meistentheils einrichten läßt — gleichzeitig ein Seitenauge getroffen und zertheilt wird, so unterscheidet sich auf der Schnittfläche in der Marksubstanz, also innerhalb des Gefäßbündelringes, welcher diese von der fleischigen Rindenschicht deutlich trennt, eine Zeichnung durch sehr kenntlich abgegrenzte hellere und dunklere Schattirung, welche stets einen unregelmäßig geformten, theils kompakten theils — doch seltener — strahligen, dunkler und wässerig erscheinenden Stamm in der Richtung vom Anheftungspunkt nach dem Kronenauge verlaufend, erkennen läßt. In der Nähe des

Digitized by Google

Keimauges hebt sich eine kegelförmige Aufstrebung des Gefäßbündelkranzes, die Rindenschicht gewissermaßen durchbrechend oder auftheilend zum Auge empor (Vergl. z. B. Taf. I. Fig. 2 A bei db) während der innere, dunklere Streifen der Marksubstanz in seiner strahlänlichen Verlängerung, an dieser Stelle mehr oder weniger unmittelbar von den Gefäßbündeln umfaßt, ebenfalls zum Keimauge anstrebt. Nicht bei allen Individuen und nicht zu allen Zeiten tritt diese Zeichnung bis zum Keime hinauf gleich deutlich hervor. Der gedachte Stamm, den man als „innere Markzone" bezeichnen kann, und der dem noch jungen Mark eines Stengels, gegenüber dem in Verholzung begriffenen analog zu erachten ist, hat etwas unter der Mitte der Knolle resp. der Schnittfläche seine größte Stärke (Breite) und zeigt sich besonders zur Zeit der Keimung wenige Augenblicke nach dem Schnitt in der Mitte und nach der Längsrichtung etwas eingefallen, was mindestens auf eine größere Wässerigkeit des Zellinhaltes schon im Voraus schließen läßt. Eine abgetrennte Scheibe läßt, gegen das Licht gehalten, die vorher dunkleren Partieen durchsichtiger erscheinen, wie das Uebrige. Bestreicht man die Schnittfläche, um das Fleisch weiß zu erhalten, mit verdünnter Schwefelsäure, so sieht man nach vollkommenem Abtrocknen der Fläche, mit unbewaffnetem Auge am besten, die helleren Stellen reich mit freiliegender Stärke überdeckt, glimmernd körnig, während die innere Markzone nunmehr bedeutend stärker eingesunken ist und dem blosen Auge nicht körnig, sondern sammtartig zart erscheint. Von dem die Mittelachse bezeichnenden Hauptstamm aus gehen strahlige Abzweigungen und Erweiterungen auch nach dem oder den zugleich durchschnittenen Seitenaugen; jedoch oft nur in schwachen Andeutungen, fast nie aber in solch breiter und zugleich entschieden hervortretender Anlage, wie nach der Krone.

Nur bei normal ausgebildeten Knollen liegt die Krone nach der Form der Knolle senkrecht über dem Anheftungspunkt; selbst bei äußerlich regelmäßig geformten Individuen kann sie mehr oder weniger seitlich liegen. Ein Längenschnitt vom Gipfelpunkt der äußeren Form durch das mittelste Kronenauge nach dem Nabel geführt, läßt in diesen Fällen die innere Markzone auf der Schnittfläche, bisweilen schwach bogenförmig, nach der wirklichen Krone verlaufend, erkennen, so daß die Knolle von der wirklichen Achse aus einseitig aufgetrieben erscheint.

Taf. I. Fig. 1 A und B. sind die beiden Schnittflächen einer Kartoffel; r bezeichnet die Rindenschicht, g den Gefäßbündelring, welcher diese von m, dem Mark, trennt; a ist der Anheftungspunkt, k das Kronenauge, s das Seitenauge. — Die Schnittfläche 1 A ist die ursprüngliche, wobei das Messer genau von k nach a geführt, das seitliche Auge s aber nur schwach von der Seite getroffen wurde; 1 B stellt die andere

Digitized by Google

Schnittfläche von derselben Knolle dar, nachdem auf der Seite rechts von der Linie LL′ ein nach s hin sich bis zu 3 m m verdickendes, also keilförmiges Plättchen abgeschnitten war, so daß das Auge s mitten durchschnitten und seine Kommunikation mit der inneren Markzone ebenfalls deutlich wurde.

Beim ersten Schnitt schien der ganze innere Markstamm alsbald etwas eingesunken; bei dem zweiten Schnitt an 1 B trat diese Erscheinung nicht mehr auf, wie sie sich überhaupt nach einem zweiten Schnitt nur bei sehr vorgeschrittener Keimung nochmals zeigt.

Taf. I. Fig. 2 A ist die Schnittfläche einer Kartoffel, wobei das oberste Kronenauge stark ausgekeimt, das ebenfalls genau durch die Mitte getroffene Seitenauge aber kaum eine Regung zeigte. Taf. I Fig. 2 B. die Schnittfläche einer kleineren Knolle bei ähnlichen Verhältnissen.

Nach diesen einfachen Erscheinungen besteht also zwischen den Kronenaugen und der innern Markzone eine bestimmte Beziehung. Eine ähnliche Verbindung besteht von diesem Centrum aus auch mit den Seitenaugen, doch diese ist weniger deutlich erkennbar und durchschnittlich stets kenntlich schwächer angelegt.

Ein feines Scheibchen aus der inneren Markzone unter das Mikroskop gebracht, läßt nichts Auffallendes erkennen; fertigt man dagegen ein Präparat derart, daß es, die Grenzlinie der Schattirung des Zellgewebes in der Mitte führend, ein Stückchen von der inneren wie von der äußeren Markzone enthält, so läßt sich eine geringere Stärkefüllung der Zellen in der ersteren nicht verkennen; auch erscheinen sehr oft die Körner durchschnittlich etwas kleiner.

Sind die Keimtriebe 2—3 Zoll lang geworden und haben Blätter und Wurzeln entwickelt, so stellt sich in der Regel auf frischen Schnittflächen der Mutterknolle sehr bald eine sicht- und fühlbare Furche in der Mitte des inneren Markstammes ein, welche sich wesentlich weniger deutlich nach den Keimtrieben der Seitenaugen abzweigt, als sie nach der Krone verläuft; sie hat oft zahlreiche aufwärtsstrebende, auch bisweilen seitliche Verästelungen, wird in der Nähe der Keimstelle, nach welcher sie gerichtet, allmälig flacher und geht wieder in festeres Fleisch über. Die Schnittfläche erscheint in der Umgebung dieser Furche auffallend wässerig, das Gewebe fühlt sich weich, fast schleimig an und die Furche selbst verbreitert sich binnen 10—20 Minuten ziemlich stark, während auch die Verästelungen mehr hervorzutreten anfangen. Alle diese und ähnliche Erscheinungen zeigen sich im äußern Parenchym zu dieser Zeit nie und deuten auf eine von innen beginnende Zersetzung zunächst des Stärkemehls hin.

Demnach ist denn auch der geltenden und bis jetzt meines Wissens

Digitized by Google

noch nicht ausdrücklich widerlegten Annahme Schleidens, die Auflösung des Stärkemehls erfolge an der keimenden Kartoffel von außen nach innen, mindestens eine andere Deutung zu geben, als diejenige, welche aus der trockenen Aussage betreffender Stelle gefolgert werden muß[1]).

Darüber, daß eine Auflösung von Stärkemehl bei der Kartoffel zuerst in der Nähe der Keimaugen beginnt, können verschiedene Deutungen nicht aufkommen; doch das Fortschreiten der Auflösung nach dem Innern ist nicht so aufzufassen, daß die dem Keim zunächst liegenden Zellenlagen zuerst stärkeleer würden und diese Entleerung einfach von außen nach innen fortschreite, sondern es tritt, auf eine allerdings complicirtere Weise gerade das umgekehrte Verhältniß ein: die Zellen des Centrums der Knolle werden zuerst stärkeleer,[2]) während in den umgebenden Schichten, bis nach der Keimstelle hin ununterbrochene Metamorphosen stattfinden. Die dem Keime zunächst benachbarten Zellenlagen werden überhaupt niemals stärkeleer, so lange noch eine Nahrungszufuhr aus der Knolle nach dem Keimtrieb stattfindet. Das Stärkemehl dieser die Keimstelle umlagernden Zellschichten ist immer in höherem Grade feinkörnig, doch die Zellen sind, so lange die Kartoffel Stärke führt, dicht davon erfüllt. Bei dem Keimprozeß der Kartoffel und der fortschreitenden Auflösung der Stärke kann nur der umgekehrte Vorgang gedacht werden, welchen Jul. Sachs für die fortschreitende Ablagerung von Stärke in der reifenden Knolle beschreibt[3]); derselbe, den er für die Wanderung der Stärke während der Vegetation stärkeführender Pflanzen überhaupt annimmt. An den Verbrauchsstellen wird Stärke aufgelöst, wodurch die Körner ihrer Natur gemäß zunächst kleiner werden. Im Verhältniß der Minderung der Stärkesubstanz in diesen Zellen beginnt eine Auflösung von solcher in den nach innen angrenzenden Zellen; das Produkt der Auflösung geht durch die Membran nach der Verbrauchsstelle, um sich, wenn es nicht sofort resorbirt wird, wieder körnig als feine Stärke niederzuschlagen, bis es von Neuem aufgelöst und dem Keime zugeführt

---

1) Schleiden, Physiologie der Pflanzen S. 103 u. f. Braunschweig 1850: „Die Auflösung der Stärke geschieht übrigens immer zuerst an den Stellen, wo die daraus entstandenen flüssigen Stoffe zunächst verbraucht werden, also bei den Kartoffeln in der Nähe der Augen, in den Cerealien an dem unteren Ende des Kornes, wo der Keim liegt, bei den Hülsengewächsen in dem äußeren Umfang der Samenlappen. Die Auflösung schreitet dann allmälig von diesen Stellen aus fort bei den Getreidearten bis zum entgegengesetzten Ende, bei Kartoffeln und Hülsengewächsen von außen gegen das Innere des Pflanzentheils".

2) Vergl. auch: Sorauer, Beiträge zur Keimungsgeschichte der Kartoffelknolle S. 24 Berlin, Wiegand und Hempel 1868.

3) J. Sachs, Experimentalphysiologie, Leipzig bei Wilh. Engelmann 1865.

Digitized by Google

wird. Von der zweiten Zelle erstreckt sich der Proceß auf die nächstentfernte und so fort bis ins Centrum der Knolle. Der Anstoß zur Auflösung der Stärke geht vom Keime aus, während zum Ersatz des an dieser Stelle stattfindenden Consumes aufgelöste Substanz, sich höchst wahrscheinlich von Zelle zu Zelle von Neuem niederschlagend, von innen her nachrückt. Nur auf diese Weise kann außerdem die ganze Knolle überhaupt an den Vorgängen der Keimung gleichzeitigen Antheil haben; das Centrum muß dabei natürlich am frühesten der Stärke völlig beraubt erscheinen. Knollen, welche ich am 24. April mit bis halbzölligen Keimtrieben zum Wachsen auslegte, zeigten am 7. Mai nur wenig zuverlässige Veränderungen; dagegen waren schon am 18. Mai die auf Seite 12 beschriebenen, äußerlich kenntlichen Erscheinungen in der inneren Markzone eingetreten. Die Zellen in der Nähe der Augen waren voll von feinkörniger Stärke, diejenigen in der Rinde und dem äußeren Mark über und über erfüllt; Präparate aus der innern Markzone zeigten ein sehr licht erscheinendes Gewebe, deutliche Abnahme der Stärke im Ganzen und viele Zellen beinahe stärkeleer. Am 10. Juni fanden sich in allen Zellschichten nur noch einzeln vorkommende Stärkekörner und zwar fast regelmäßig dicht an die Zellwand gelagert eins bis drei Körner, während zahlreiche gänzlich stärkeleere Zellen namentlich im Innern der Knolle schon wahrgenommen wurden. Die unmittelbar in der Nähe der Keimstellen lagernden Zellen zeigten die Körner noch etwas zahlreicher und größtentheils von äußerster Kleinheit, auch in der Nähe der Korkschale war noch etwas mehr Stärke vorhanden. Bei einigen noch später untersuchten Knollen fanden sich im Mark bereits kleine Hohlräume.

Die vorhergedachten, vorzugsweisen Beziehungen der inneren Markzone der Kartoffelknolle zu den Kronenaugen und die größere Lebensenergie der letzteren dürfte unschwer näher zu begründen sein.

Die Entstehung der Augen an der Knolle verläuft analog derjenigen der Knoten resp. der Achselknospen am oberirdischen Stengel. Bei diesem ist die Terminalknospe dasselbe, was dort die Endknospe des an seiner Spitze sich verdickenden Tragfadens. Ist eine Knospe schon für das bloße Auge sichtbar und als solche kenntlich geworden, so ist der Cambialkegel schon von einer Anzahl von Blättchen umhüllt, welche man zum Beispiel selbst bei den Knospen (Augen) ganz unreifer Kartoffelknollen mit Hülfe einer einfachen Loupe, eins um das andere abheben kann, wodurch das Gebilde immer kleiner und zarter erscheint, bis man endlich eine stärkere Vergrößerung anwenden muß, um die durch die Operation blosgelegten, jüngsten, innersten Blättchen im werdenden Stadium zu erkennen. Bei der Weiterentwickelung einer Knospe zum oberirdischen Stengel wird das

Digitized by Google

äußerste dieser schützenden Blätter unter Anschwellung der Knospe und Streckung der Internodien seitlich etwas abgedrängt, während eine Vervollkommnung sämmtlicher vorgebildeten und angelegten Blätter, ein Emporschieben des Bildungskegels und eine neue Veranlagung von Blättchen an dessen Spitze stattfindet. Der gleiche Vorgang wiederholt sich, so lange der Stengel wächst, das ursprünglich äußerste, älteste Blatt welches am frühesten seitlich abgedrängt wurde, bleibt das unterste und die in dieser Blattachsel entstehende neue Knospe ebenfalls die älteste am Stengel. Genau Dem entsprechend legen sich die Blattschuppen und mit ihnen die Augen an der wachsenden Knolle von der unterirdischen Vegetationsspitze ab. Inzwischen möge hier eines Vorkommens Erwähnung geschehen, welches meines Wissens bis jetzt noch unbeobachtet ist.

Der erste, äußerlich sichtbare Ursprung der Knolle beginnt mit einer Anschwellung der Stolonenspitze, wobei die Gefäße des Stolo sich unmittelbar in die anschwellende Spitze fortsetzen; erst später tritt allmälig eine anatomische, wie auch äußerlich deutliche Abgrenzung des Tragfadens von der jungen Knolle ein. Wie der Hauptfaden, ebenso tragen auch Seitenstolonen Knollen; öfter jedoch kommt es auch vor, daß sich Seitenstolonen nicht entwickeln und Knollen gleich in der Schuppenachsel entstehen. In diesem Falle aber treten nicht immer, wie sonst bei Knospen, einfach abgezweigte Gefäßbündel unmittelbar in die werdende Knolle (Knospe), sondern diese sitzt, zum Wenigsten öfters, mit einem gelenkähnlichen Zwischengebilde in der Achsel, so daß man sie bei einiger Vorsicht sammt diesem ganz kleinen Zwischenglied — jedenfalls die unentwickelte und umgebildete Anlage zur Seitenstolone — als abgegrenztes Individuum herausbrechen kann. Taf. I. Fig. 3. zeigt ein so angesetztes Knöllchen, etwa $1/3$ mm lang mit concentrirter Schwefelsäure aufgehellt, schwach vergrößert. Das Körperchen färbte sich höchst intensiv in verschiedenen Nüançen zwischen goldgelb und carminroth; die Gefäße intensiv carmin. Das Gebilde, welches das Knöllchen trägt, von größter Zartheit, tief chromgelb. Nach einiger Zeit entfärbte sich das ganze in Rosenroth, während die Gefäße blaß carminroth blieben.

Bei einer vorgeschritteneren Entwickelung tritt das Gelenkartige des Ansatzes etwas anders und noch deutlicher hervor. Taf. I. Fig. 4. zeigt ein solches Gebilde in natürlicher Größe, Fig. 5. die Vegetationsspitze bei schwacher Vergrößerung, eine deutliche Blattanlage zeigend, welche bei Fig. 3 noch gänzlich vermißt wurde. Ein Längenschnitt aus dem angelegten Knollenkörperchen zeigt im Innern ausschließlich Cambiformzellen mit Spiralgefäßen. Fig. 6 ist ein Längsschnitt aus der Mitte des kleinen Gelenkkörperchens; das Körperchen führt, wie daraus ersichtich, fast nur Gefäßzellen mit sehr zahlreichen feinen Spiralgefäßen, am

Digitized by Google

Umfang mehrere Schichten polyedrischer Zellen bevor die reichbehaarte Epidermschicht kommt. Nach unten, soweit der Umfang nicht behaart ist, scheinen die Gefäße und gestreckten Zellen abgebrochen. Die Vegetationsspitze färbte sich durch Schwefelsäure intensiv purpurroth, der Körper von da ab nach unten zu goldroth bis schön goldgelb, der gefäßerfüllte Kern des Gelenkkörperchens rosenroth; die Haare führen Luft. Diese Beobachtung glaubte ich, in Kürze erwähnen zu sollen, obgleich sie nicht strenge zum Gegenstand gehört.

Bei der weiteren Entwickelung legt eine jede angesetzte Knolle sehr bald und zwar oft schon bei einem Durchmesser von 1½—3 mm. eine Blattschuppe von der Vegetationsspitze ab, ebenso wie der Stengel ein Blatt. In der Achsel dieser Schuppe entsteht die erste neue Knospenanlage, das Auge; das Knöllchen verdickt sich, die Spitze dringt, oft schon von der reichen Parenchymbildung fast überlagert, vorwärts und legt eine zweite Schuppe ab und so weiter, so daß die bei den ersten Schuppen veranlagten ältesten Knospen, deren Anbildung alsbald beginnt, die untersten bleiben [1]).

In diesem einfachen Sachverhalt ist der wichtigste Grund für die größere Triebkraft der Kronenaugen zu finden. Der Schwerpunkt des organischen Bildungstriebes liegt normal in der Endknospe und wenn nicht andere Umstände der Nahrungszufuhr zu derselben und deren Verarbeitung Grenzen setzten, so könnte sich das Wachsthum von hier aus endlos fortsetzen, weil es nur in der Wiederholung derselben Vorgänge beruht [2]). Ist nun die Knolle ausgereift, und im Ruhestand und regt sich dann im kommenden Frühling wieder neues Leben, so sind es neben dieser endständigen die obersten, zuletzt abgesetzten axilaren Knospen, welchen die größte Energie der Neubildung wieder innewohnen muß, wie die jüngsten Organe überhaupt stets die lebensvollsten sind. Alle Gewebe und Gefäße gehen ganz allgemein mit dem höheren Alter in den Zustand eines geringeren Leitungsvermögens über, die Zellwände verdicken sich, werden weniger permeabel. Mögen sich diese und ähnliche Veränderungen mit den älteren Elementargebilden des saftigen Kartoffelfleisches auch in geringem Umfang vollziehen, so können sie doch nicht ohne entsprechenden Einfluß auf die Lebensenergie der betreffenden

---

1) Bis hierher wurde unter „Knospe" immer das Auge verstanden, deren jedes bekanntlich mehrere Knospen im strengeren Sinne birgt.

2) Selbstverständlich kann dies nicht ganz verallgemeinert und namentlich nicht auf solche Sträucher und krautartigen Gewächse ausgedehnt werden, bei welchen eine mehr oder weniger vorzeitige Verkümmerung der Terminalknospe das Normale bildet.

Digitized by Google

Organe bleiben. Es muß dies bei weiterem Verfolg der Sache noch klarer erscheinen. Eine jede Pflanze legt bei der Reife in die Umgebung derjenigen Organe, welche bestimmt sind, die Art zu vermehren resp. zu erhalten, Reservestoffe, um beim Erwachen des neuen Lebens nach überdauertem Ruhezustand für die erste Nahrung gesorgt zu haben. Stickstoffhaltige und stickstofffreie Nährstoffe müssen dem jungen Keimtrieb leicht und quantitativ genügend zugänglich sein, wenn er ein freudiges Gedeihen entwickeln soll. An stickstofffreien Nährstoffen ist nun bei der Kartoffel im Stärkemehl, dem jungen Keime zugänglich, ein so großer Reichthum aufgespeichert, daß es sich in der früheren Zeit der Keimung um einen principiellen Mangel daran nicht handeln kann. Weniger reich ist dagegen die Ablagerung der der anderen Stoffgruppe angehörigen Reservenahrung. Derjenigen Keimknospe an der Kartoffel, welcher stickstoffhaltige Substanz im reichsten Maße zugeführt werden kann, wird man unter Voraussetzung sonst gleicher Umstände einen wesentlichen Vortheil zusprechen müssen. Keineswegs können dies aber normaler Weise die Keime der untersten oder der Seitenaugen sein; denn ganz abgesehen von der geringeren Permeabilität der diese Augen umgebenden (älteren) Zellen muß hier auch noch aus der bedeutenderen Stärkefüllung des Parenchyms sowohl für die Anwesenheit, als auch für die Beweglichkeit des im Zellsaft gelösten Eiweißes das Bestehen ungünstigerer Verhältnisse gefolgert werden.

Die bedeutendere Stärkefüllung und damit der geringere Eiweisgehalt des ganzen Parenchyms in der Umgebung dieser Augen ist nicht blos Thatsache, etwa wie zufällig, sondern physiologisch folgerichtige Nothwendigkeit.

Vorher wurden die verschiedenen Augen an der Kartoffel mit Rücksicht auf die Art und Zeit ihres Entstehens, die Knolle aber nach der Analogie ihrer Schichtungsverhältnisse mit denjenigen eines jeden nicht hohlen, dykotilen Stengels (Fig. 1.) betrachtet. Der auf der Schnittfläche der Knolle deutlich erscheinende Gefäßring zweigt sich ebenso durch eine kegelförmige Erhebung nach den von der Vegetationsspitze abgesetzten Augen hin, wie er nach der Endknospe geht, so daß, wie Taf. I, Fig. 7 bei a und b darthut, jene ebenso wie diese mit dem Markparenchym in Verbindung stehen. Das Mark aber beginnt schon in sehr jungem Zustand der Knolle die früher gedachte, weniger stärkereiche innere Zone zu zeigen, welche sich von stärkereicherem Parenchym umgeben, ebenfalls nach den Knospen hinzieht. Während nun an der Endknospe a gerade so, wie beim oberirdischen Stengeltrieb, so lange, wie die Knolle noch wächst, stets neues, junges Leben herrscht, stets von Neuem Schuppen (Blätter) abgesetzt, andere vorgebildet werden, findet im Uebrigen eine

Digitized by Google

bloße Zellenvermehrung (nicht Organbildung) und in den älteren Theilen schon Verdickung des Gewebes, Vermehrung und Verstärkung der Gefäße und reichlichere Stärkefüllung Statt. Nach der Gipfel- oder Endknospe geht der Strom der stickstoffhaltigen Substanz zur Neubildung von Organen vorwiegend, der Neubildungstrieb ist noch zu groß, als daß an dieser Stelle gleich massige Ablagerung fester Körper stattfinden könnte, während in der ganzen Rindenschicht und in den älteren Theilen der Knolle diese Ablagerung neben einfacher Zellbildung der einzige Zweck bleibt. Wie beim dikotylen Holzzweig die Verbindung der ältesten (untersten) Seiten- (Achsel-) Knospen mit dem inneren Mark durch Verholzung eingeengt und so die Energie der Vegetation geschwächt wird, ähnlich so tritt bei der Kartoffel neben der höchst wahrscheinlich gleichzeitig beginnenden Vermehrung und Verstärkung der sich im Mark unregelmäßig verbreitenden Gefäße die beträchtlichere Stärkefüllung des Parenchyms von der nächsten Umgebung des Gefäßbündelrings nach Rinde und Mark hin ausgehend, und so die äußere Markzone immer deutlicher bildend, auch in der Umgebung der ältesten, untersten Augen zuerst auf, und zwar derart fortschreitend, daß die Verbindung dieser Augen mit der inneren Zone ebenfalls allmälig mehr und mehr eingeengt wird. In diesem Zustande schließt die Knolle ihr Wachsthum ab und es erfolgt dann bei absterbendem Kraut nur noch eine größere Stärkefüllung des Parenchyms im Allgemeinen, wobei die sichtbare Verbindung der älteren Augen mit der inneren Markzone sehr oft völlig verloren geht. Der geringere Stärkereichthum und ein größerer Stickstoffgehalt bleiben bei der Krone liegen.

Am deutlichsten wird die gedachte, der Lebensenergie der Seitenaugen ungünstige Veränderung des Kartoffelkörpers anschaulich, wenn man eine Mutterknolle, nachdem sie keine Stärke mehr enthält, aus der Erde genommen, wie oben Seite 1 beschrieben zerschneidet und auf ihrer Schnittfläche besieht. Zu dieser Zeit ist das Fleisch der Knolle bis zu bedeutender Tiefe in ziemlich hohem Grade transparent und es treten die Holzgefäßbündel als undurchsichtige Massen in harten Linien deutlich hervor. Taf. II. Fig. 8 zeigt eine solche Schnittfläche von der weiter unten beschriebenen Versuchsknolle Nro. I. (Vergl. Taf II. Fig. 9) sieben Wochen nach dem Auslegen der letzteren.

Außer dem bisher Erörterten ist nicht zu übersehen, daß bei den älteren Keimaugen in der Regel eine stärkere Ueberwucherung durch das Parenchym der Rinde beobachtet werden kann; die Augen liegen gewöhnlich tiefer eingesenkt und die umgebende Korkschicht scheint stärker zu sein als bei den jüngeren Augen. Demnach ist es im Allgemeinen auch als irrig zu bezeichnen, wenn, wie fast ausnahmslos geschieht, die sogenann-

Digitized by Google

ten „großen, sehr ausgebildeten Augen" für die lebenskräftigsten gehalten werden; je tiefer die eigentlichen Knospen im Zellgewebe liegen, desto mehr laufen sie Gefahr, von demselben erstickt zu werden. Kronenaugen liegen gewöhnlich kenntlich flacher als Seitenaugen, sollten sie aber bisweilen eben so tief liegen, so ist das umgebende Gewebe noch zarter, weil jünger.

Aus alle Dem dürfte die frühere, und wie sich bald zeigen wird, lebensvollere Entwickelung der Kronentriebe der Kartoffel ihre genügende Erklärung schon finden; doch auch noch andere Gesichtspunkte werden sich aus den Untersuchungen ergeben.

Der kräftigere Trieb der Krone erstreckt sich indessen nicht blos auf das oberste Auge, sondern auch auf die jüngsten nach diesem; ja sogar entwickeln diese letzteren sehr oft die kräftigere Vegetation, was sich leicht dadurch erklärt, daß die Endknospe, als die zarteste, am leichtesten unter schädlichen äußern Einflüssen leiden kann.

Bei Sorten, welchen ein hervorragendes Neubildungsvermögen innewohnt, und welche besonders viele Augen erzeugen, sitzen auch mitunter auf der Krone Keimaugen, welche auffallend spät zum Austrieb gelangen. Diese Triebe sind aber dann für gewöhnlich so kümmerlich (Vergl. Klasse D. der Augen an Knolle I S. 21) daß die betreffenden Augen nur als spätere irreguläre Nachbildungen betrachtet werden können und ihre Triebe sich zuerst nicht weiter entwickeln, sondern bald zu Grunde gehen oder mindestens keine erhebliche Schädigung der Gesammtpflanze (Vergl. spätere Ausf.) herbeiführen können; sie dürften rücksichtlich ihrer Entstehung den sogenannten Wasserreisern der Holzpflanzen vergleichbar sein.

Zum Zweck der Beobachtung der Keimungsverhältnisse legte ich unter Anderem am 1. April ds. J. eine größere Anzahl frühe Rosen-, weißfleischige Zwiebel- und Marmont-Kartoffeln in ein Zimmer. Von der Rosenkartoffel wurden zur engeren Beobachtung sieben ausgewählte, gesunde und wohlgeformte Knollen von verschiedenem Gewicht getrennt von den übrigen dem Halblichte ausgesetzt und von Zeit zu Zeit umgewendet. Das Gewicht der Knollen betrug:

von	Nro.	I.	550	Gramm
„	„	II.	420	„
„	„	III.	424	„
„	„	IV.	317	„
„	„	V.	290	„
„	„	VI.	87	„
„	„	VII.	85	„

Digitized by Google

Die Regung der Keimung erfolgte bei allen normalen Kronenaugen fast gleichzeitig und sehr bald, bei vielen Seitenaugen nur wenige Tage später. Am 24. April wurden sämmtliche Knollen einer sorgfältigen Analyse ihrer Keimtriebe und Augen unterworfen. Bei blos oberflächlicher Betrachtung erschienen die vorhandenen Triebe ziemlich gleichartig und darum kaum eines genauern Verfolgs ihrer Entwicklung werth; doch bei etwas näherer Prüfung zeigten sich sehr beachtenswerthe Differenzen. Taf. II. Fig. 9 A und B stellen Knolle I von den beiden abgeplatteten Seiten dar [1]).

Sämmtliche Triebe an dieser wie an allen übrigen Knollen waren von der Basis aufwärts bis etwas über die Stelle des größten Durchmessers proportional ihrer eignen mehr oder weniger kräftigen Entwicklung mehr oder weniger reich besetzt mit prall angefüllten, kegelförmigen Anschwellungen, unten gleich dem ganzen untern Theil des Keimkörpers dunkel carminroth, in dunkles Grün gelagert, an der Spitze hell durchscheinend von verschwindender Kleinheit bis zu $1^1/_2$ mm. Alsbald nach dem Auslegen der Knolle, wie überhaupt im Dunkeln, verlängern sich diese Anschwellungen zu den ersten Wurzeln.

An der vorstehenden Knolle waren nun die Triebe in der folgenden Weise entwickelt:

A. Kronenauge mit drei kräftig angelegten Trieben von 22, 18 und 8 mm. Länge [2]). (Vergl. Taf. II. Fig. 9 A u. B.) Stärkster Trieb an der stärksten Stelle 7 mm., an der dünnsten Stelle 3,3 mm. Durchmesser.

B. Auf $^1/_3$ der ursprünglichen Länge der Kartoffel stehend: zweitstärkste Anlage mit vier kräftigen Trieben von 16 bis 12 mm. Länge; stärkster Trieb 5,7 beziehungsweise 2,3 mm. Durchmesser.

C. a, b, c, d, e. Zerstreute fünf Augen mit je 1 bis 5 Trieben, welche sämmtlich unter 10 mm. Länge haben und sich noch besonders dadurch auszeichnen, daß der in die kenntliche Blattanlage übergehende, verlängerte und begrünte Theil sehr dünn und schwach erscheint. Es sind dieses nur Seitenaugen, deren oberstes 33 mm. unter dem Gipfel der Knolle liegt. Die Triebe haben

1) Zur Erklärung der Zeichnungen muß hinzugefügt werden, daß die Knollen I. II. und III. an diesem Tage durch Abschneiden der Nabelstücke auf je 350 Gr. justirt worden waren und zwar blos, damit sie nachher mit den kleineren Knollen in demselben Gefäße aufrecht stehend gleich hoch mit diesen bedeckt werden konnten.

2) Es ist im Allgemeinen nicht richtig, wenn angenommen wird, die sogenannten Afterknospen vom Keimauge der Kartoffel kämen erst zur Entwicklung, wenn die Mittelknospe zu Grunde gehe, oder mindestens sehr spät. (Vergl. Schuhmacher, Neue landw. Ztg. 1868.)

Digitized by Google

fast ausnahmslos die Form einer Kochflasche mit langem, dünnem Hals, wogegen alle die unter I bezeichneten aus dem bauchigten, glänzenden, schön dunkelkarmin- bis blauroth durchsetzten, safterfüllten Theil sanft in die sich begrünende obere Partie und zur Blattanlage verlaufen, die Triebe von Auge II aber nach ihrer Formentwickelung zwischen denjenigen von I und III stehen.

Beigehende naturgetreue Zeichnungen Taf. II Fig. 10—15 dienen zum näheren Verständniß.

D. Sieben zerstreut liegende Augen, wovon fünf auf der Krone, mit je zwei bis fünf deutlich, aber schwach angelegten Trieben, deren längster 3 mm. mißt und die ich glaube als spätere Nachbildungen auffassen zu müssen. (Vergl. S. 19). —

Bei den Augen unter II und III haben wir es zweifellos nicht nur mit einer später eingetretenen Keimung, sondern mit einer mehr oder weniger kümmerlichen Anlage ihrer Triebe zu thun.

Die sämmtlichen Knollen wurden nunmehr aufrecht in ein hinreichend geräumiges flaches Gefäß ausgelegt gleichmäßig mit Sägespänen umhüllt und das Ganze angefeuchtet. Dieses Material wurde deshalb gewählt, weil es das spätere Herausnehmen der Knollen ohne Verletzung der Keimtriebe am meisten begünstigt.

Am 30. April wurden die Knollen vorsichtig ausgehoben, in Wasser abgespült, und die Veränderungen aufgezeichnet, worauf jene unter der peinlichsten Vorsicht wieder eingelegt wurden, um am 6. Mai von Neuem untersucht zu werden. Die Veränderungen an den Trieben der Knolle I waren, abgesehen von der alsbald eingetretenen Wurzelbildung die folgenden: (Vergl. zunächst Taf. III Fig. 16—20.)

Stärkster Trieb von Auge A.				**Stärkster Trieb von Auge B.**		
Länge	Durchmesser			Länge	Durchmesser	
	stärkster	schwächster.			stärkster	schwächster
22 mm.	7	3,3	(am 24. April)	16 mm.	5,7	2,3.
29 „	7,5	3,8	(am 30. April)	18 „	—	—
57 „	8	3,9	(am 6. Mai)	52 „	6	2,8.
auf 1/3 und 2/3 Höhe zwei schön und vollkommen angelegte Blättchen.				ein hochsitzendes Blättchen.		

Digitized by Google

Zweiter Trieb von Auge A.			Zweiter Trieb von Auge B.	
Länge	Stärke		Länge	Stärke
18 mm.	sehr gut pro-	(am 24. April)	13 mm.	unverhältniß-
22 „	portionirt.	(am 30. April)	16 „	mäßig schwächer
50 „	desgl.	(am 6. Mai)	40 „	

Dritter Trieb von Auge A.			Dritter Trieb von Auge B.	
Länge	Stärke		Länge	Stärke
8 mm.	sehr gut pro-portionirt	(am 24. April)	12 mm.	kümmerliche Prop.
schien beschädigt		(am 30. April)	13 „	ohne Beschädigung
abgestoßen		(am 6. Mai)	15 „	halb verkümmert

Vierter Trieb von Auge B verkümmerte gänzlich.

Augen zur Klasse C.

Stärkster Trieb	(am 24. April)	9 mm. l.	sehr dünn, spindelig aufgeschossen, namentlich zuletzt.
	(„ 30. April)	15 „	
	(„ 6. Mai)	35 „	
Zweiter Trieb	(„ 6. Mai)	20 „	

Alle übrigen Triebe von dieser Klasse sehr schwach und verkümmert aussehend.

Die beiden stärksten Triebe der Klasse C am 6. Mai, Siehe Taf. III Fig. 19. 20.

Die Triebe der Klasse D haben am 30. April die größte Länge von 5 mm. erreicht, sehr schwach, am 6. Mai nicht kenntlich weiter entwickelt.

Wir sehen also zunächst, das selbst das beste der Seitenaugen (B), welches noch am nächsten der Krone steht, bei einer ohne Zweifel normalen Kartoffel in der Entwickelung der Triebe seine Schwäche gegenüber dem normalen Kronenauge später noch schärfer hervortreten läßt, als zu Anfang, daß alle übrigen (unter C aufgeführten) Augen aber eine wahrhaft kümmerliche Entwicklung nehmen. Den Augen der Klasse D, welche jedenfalls erst spät nachgebildete sind, kann bei richtiger Entwicklung der übrigen eine Lebensfähigkeit und somit ein nennenswerther Einfluß auf die Gesammtvegetation der Pflanze wohl kaum zugesprochen werden.

Um die Erscheinungen an der Knolle I zu kontroliren, theils auch,

Digitized by Google

um neue Gesichtspunkte zu gewinnen, ist es nothwendig, auch die übrigen Kartoffeln in der Entwicklung ihrer Keime in etwas größeren Zügen zu verfolgen.

Knolle Nro. II. (Gewicht 420 Grm.)

A. drei Kronenaugen: a. b. c. mit je einem Trieb.

	a. (oberstes) Länge:	b. Länge:	c. Länge:
am 24. April	17 mm	19 mm.	19 mm.
„ 30. „	21 „	22 „	23 „
„ 6. Mai	48 „	50 „	25 „
	kräftig, gut proportionirt, von bester Entwicklung.	gut proportionirt.	kräftig, später auffallend verdickt, noch später etwas mißbildet durch eine Spaltung.

doch alle drei Triebe nicht so gut proportionirt wie diejenigen vom Kronenauge an Knolle Nro. I. Vergl. Taf. III Fig. 21 u. 22.

B. Fünf Seitenaugen mit je einem Trieb.

24. April: Alle Triebe 10—15 mm. lang, gut und kräftig,
30. April: Nur wenig weiter entwickelt; doch einer derselben auf 17 mm., schwache Blattanlage.
6. Mai: Der letztgedachte Trieb 28 mm., gut proportionirt; zwei schwache Blättchen. Die übrigen Triebe bedeutend zurück und schwach, (Vergl. Taf. III. Fig. 23).

C. Drei weitere Seitenaugen mit je drei Triebanlagen.
(wahrscheinlich Nachbildungen)

30. April: Kaum fortgeschritten.
6. Mai: stärkster Trieb 10 mm.

D. drei Augen auf der Krone und zwei an der Peripherie mit je einem Trieb.
(ebenfalls wahrscheinlich Nachbildungen).

24. April: 3—7 mm.
30. April: stärkster Trieb 18 mm., alle andern klein und schwach,
6. Mai: kaum sichtbar weiter entwickelt.

Man sieht hier zwar nicht das oberste, so aber das erste etwas seitlich liegende Kronenauge den kräftigsten Trieb mit der stärksten Entwickelung erzeugen. Dafür, daß keiner der sämmtlichen Triebe die Stärke des besten Triebes von Knolle I erreicht, bietet die größere Zahl der

Digitized by Google

zur kräftigen Anfangsentwicklung gelangten Augen schon einige Erklärung. Daß so viele Seitenaugen sich leidlich entwickelten, daran mag der Umstand einen Antheil haben, daß diese Knolle bei sonst guter Form sehr plattgedrückt war, wodurch diesen Augen die innere Markschicht näher liegt. Ueberhaupt glaube ich nach meinen Beobachtungen annehmen zu dürfen, daß bei plattgedrückten Knollen, welche viele Seitenaugen haben, die auf dem kürzesten Halbmesser stehenden für gewöhnlich kräftigere Triebe als die übrigen dergleichen Augen erzeugen. — Rücksichtlich der Knolle Nro. II. verdient es noch der Beachtung, daß selbst diejenigen Seitenaugen, welche anfänglich gute Triebe erzeugt hatten, nachträglich doch zurückgeblieben sind. Anfangs konnte die Nahrungszufuhr genügen, später, bei größerem Verbrauch, nicht mehr (Vergl. S. 17).

Knolle Nro. III. (Gew. 424 Grm.)

A Ein Kronenauge mit drei Trieben.

24. April: Triebe 14—20 mm. Alle sich ziemlich verjüngend und schwächer aussehend als die analogen Triebe von Knolle I.; stärkster Trieb kaum 6 mm. Durchmesser an der stärksten Stelle.

30. April: Triebe 18— 24 mm.

6. Mai: stärkster Trieb 50 mm. verhältnißmäßig dünn, die beiden andern wesentlich geringer.

B Sechs Seitenaugen mit je 1—2 Haupttrieben. (daneben noch mehrere Seitensprossungen).

24. April: Triebe 12—16 mm. l., sich sehr verjüngend.

30. April: Triebe fast unverändert; nur der anfänglich stärkste Trieb hat sich verlängert und wesentlich verdickt.

6. Mai: Triebe alle auf 40—45 mm. Der vorgedachte Trieb = 65mm, ziemlich proportionirt; alle anderen sehr dünn und schwach.

C Drei weitere Seitenaugen mit je 1—2 Trieben.

24. April: Triebe 6—13 mm.

30. April: Triebe 10—15. mm.

6. Mai: stärkster Trieb 18 mm., sehr dünn; alle anderen dieser Klasse kürzer und noch kümmerlicher.

Stärkster Kronentrieb (von A) und stärkster Seitentrieb (von B). Siehe Taf III Fig. 24 und 25.

An dieser Knolle hat allerdings ein Seitenauge den stärksten Trieb erzeugt, doch bleibt derselbe im Verhältniß zur Länge dünn und zeigt noch kaum ein völlig abgesetztes Blättchen. Für die normale Entwick-

Digitized by Google

lung der Kronentriebe muß irgend eine störende Ursache angenommen werden. (Vergl. S. 19).

Für den weiteren Verfolg scheint es jetzt der Uebersichtlichkeit halber geboten, die ganzen Beobachtungen tabellarisch zusammenzustellen.

Tabelle I.

		Länge des Triebes			Proportion des Triebes						Sonstige Bemerkungen.
		24. April mm.	30. April mm.	6. Mai mm.	24. April		30. April		6. Mai		
					Durchmesser						
					stärkster mm.	schwächster mm.	stärkster mm.	schwächster mm.	stärkster mm.	schwächster mm.	
	Knolle Nro. I. 550 Grm.										
	A. Einziges Kronenauge (mit drei Trieben)										
1	a. stärkster Trieb . . .	22	29	57	7	3,3	7,5	3,8	8	3,9	Vollkommenste Proportion; auf $1/3$ und $2/3$ Höhe zwei schön angelegte Blch. (Taf. III Fig. 17.)
2	b. zweiter Trieb . . .	18	22	50	—	—	—	—	—	—	Sehr gut proportionirt.
3	c. dritter Trieb . . .	8	—	—	—	—	—	—	—	—	Sehr gut prop.; schon am 30. Apr. beschädigt und war am 6. Mai abgestoßen.
	B. Bestes Seitenauge (mit vier Trieben)										
4	a. stärkster Trieb . . .	16	18	52	5,7	2,3	—	—	6	2,8	Ein hochsitzend. Blttch. Fig. 18.
5	b. zweiter Trieb . . .	13	16	40	—	—	—	—	—	—	Unverhälnißmäßig schwächer wie Trieb b von Auge A.
6	c. dritter Trieb . . .	12	13	15	Schon von Anfang kümmerlich proportionirt; am 6. Mai halb verkümmert, ohne äußerlich beschädigt zu sein.						
7	d. vierter Trieb . . .	—	—	—	Halb verkümmert; am 6. Mai gänzlich verkümmert aussehend, ohne äußere Beschädigung.						

Digitized by Google

Tabelle I.

Nr.		Länge des Triebes 24. April mm.	30. April mm.	6. Mai mm.	Proportion; sonstige Bemerkungen.
	C. Fünf Seitenaugen je 1—2 Triebe)				
8	a. stärkster Trieb . . .	9	15	35	Sehr dünn und spindelig aufgeschossen; am auffallendsten zuletzt.
9	b. zweitstärkster Trieb . .	—	—	20	Sehr spindelig. (Diese beiden Triebe Siehe Taf. III Fig. 19 u. 20.) Alle übrigen Triebe sehr schwach und kümmerlich aussehend.
	D. Sieben zerstreut liegende Augen . . . (je 1—5 Triebanlagen)	—	—	—	Von diesen Augen liegen fünf auf der Krone; es sind wahrscheinlich spätere Nachbildungen.
10	stärkster Trieb	3	5	—	Alle sehr kümmerlich; am 6. Mai nicht kenntlich weiter entwickelt.
	Knolle Nro. II. 420 Grm.				
	A. Drei Kronenaugen (je ein Trieb.)				
11	a. stärkter Trieb . . .	17	21	48	Kräftig, gut prop. von bester Entwicklung.
12	b. zweiter Trieb . . .	19	22	50	Ziemlich gut prop.
13	c. dritter Trieb	19	23	25	Kräftig, später auffall. verdickt, aufgetrieben, noch später durch eine Spaltung mißbildet. — Alle drei Triebe nicht so gut prop. wie diejenigen vom Kronenauge der Knolle Nro. I (Reihe 1, 2 u. 3 der Tabelle) Siehe auch zum Vergleich: Taf. III. Fig. 21 u. 22 gegenüber Fig. 16.
	B. Fünf Seitenaugen (je ein Trieb.)				
14	stärkster Trieb	15	—	—	Alle Triebe 10—15 mm. lang, gut und kräftig.
	derselbe	—	17	—	Schwache Blattanlage. Alle übrigen Triebe nur wenig weiterentwickelt. Taf. III Fig. 23.
	derselbe	—	—	28	Ziemlich gut prop.; zwei schwache Blättchen. Alle übrigen Triebe bedeutend zurück und schwach.
	C. Acht zerstreut liegende Augen . . . . . (je ein bis drei Triebanlagen)				Wahrscheinlich spätere Nachbildungen. Drei davon auf die Krone.
15	a. stärkster Trieb . . .	—	18	18	Kaum kenntlich weiterentwickelt.
16	b. zweitstärkster Trieb . .	—	—	10	
17	c. alle übrigen Triebe . .	1—7	—	—	Nicht kenntlich weiterentwickelt.

Digitized by Google

Tabelle. I.

Nr.		Länge des Triebes 24. April mm.	30. April mm.	6. Mai mm.	Proportion; sonstige Bemerkungen.
	Knolle Nro. III 424 Gr.				
	A. Ein Kronenauge				
18	drei Triebe	14—20	—	—	Alle sich ziemlich verjüngend und schwächer als die analogen Triebe von Knolle Nro. I. Stärkster Trieb 6 mm. Durchm. an der stärksten Stelle.
	dieselben	—	18—24	—	
19	stärkster	—	—	50	Verhältnißmäßig dünn; die beiden andern wesentlich geringer.
	B. Sechs Seitenaugen (je 1—2 Haupttriebe, daneb. noch mehr. klein. Anlag.)				
20	Haupttriebe	12—16	—	—	Sich nach oben sehr verjüngend.
			*	—	*Alle fast unverändert; nur der anfänglich stärkste Trieb hat sich verlängert und wesentlich bessere Proportion angenommen.
21	stärkster Trieb . . .	—	—	65	Ziemlich gut proportionirt.
22	alle übrigen Haupttriebe	—	—	40—45	Sehr dünn und schwach.
	C. Drei weitere Seitenaugen				
23	(je 1—2 Triebe) . . .	6—13	10—15	*	*Kaum verlängert, sehr kümmerlich.
24	stärkster Trieb . . .	—	—	18	Sehr dünn. Stärkster Kronentrieb und stärkster Seitentrieb dieser Knolle (Reihe 17 und 21 der Tabelle) im Vergleich: Siehe Taf. III Fig. 24 u. 25.
	Knolle Nro. IV. 317 Gr.				
	A. Oberes Kronenauge (vier Triebe)				
25	a. stärkster Trieb . . .	15	—	—	Gut proportionirt.
	derselbe	—	25	—	Noch immer gut.
	derselbe	—	25	50	Sehr dünn; stärkster Durchmesser 5 mm.
26	b. drei übrigen Triebe .	—	14—18	42—45	Erst noch gut prop., dann alle sehr dünn.
	B. zweites Kronenauge				
27	Einziger Trieb . . .	17	20	42	Gut prop.

Digitized by Google

Tabelle I.

Nr.		Länge der Triebe 24. April mm.	30. April mm	6. Mai mm.	Proportion; sonstige Bemerkungen.
28	C. Zwei Seitenaugen (je 1 u. 2 Triebe) . .	6—14	9—17	*	*Kaum weiterentwickelt, schwach
29	D. Acht zerstreut liegende Augen. (je 1—2 Triebe) . .	1—4	3—7	*	*Nicht kenntlich weiterentwickelt. (Wahrscheinlich Nachbildungen).
	Knolle Nro. V. 290 Gr.				
	A. Oberes Kronenauge (zwei Triebe)				
30	beide Triebe	15	20	—	Gut proportionirt.
31	stärkster u. bester Trieb	—	—	50	Dünn.
32	B. Zweit. Kronenauge (ein Trieb)	24	30	65	Erst schwach, dann gebessert, zuletzt ziemlich gut entwickelt.
33	C. Zerstr. vier Augen (je 1—2 Triebe) . .	5—7	—	*	*Kaum weiterentwickelt, alle sehr kümmerlich.
	Knolle Nro. VI. 85 Gr.				
	A. Zwei gleichstehende Kronenaugen (je ein Trieb)				
34	stärkster Trieb . . .	16	25	55	Stärkster Durchmesser 5 mm.
35	B. Ein Seitenauge (ein Trieb) . . .	14	—	—	Erst sehr dünn, dann kümmerlich verlängert, sonst gesund, am 6. Mai abgestoßen.
	C. Zerstr. fünf Augen	—	—	—	Die kümmerlichen Triebe kamen zu keiner Entwicklung.
	Knolle Nro. VII. 87 Gr.				
	A. Oberes Kronenauge (drei Triebe)				
36	stärkster Trieb . . .	15	18	45	Dünn.
37	B. zerstr. sechs Augen (je 1—3 Triebe) . .	—	—	—	Kümmerlich, ohne Entwicklung.

Digitized by Google

Tabelle II. (Genau nach der Tabelle I.)

Nro. und Gewicht der Knolle	[1]) Zahl der Augen	[2]) Zahl der zur annehmbaren Entwicklung gekommenen Triebe	Stärkster Trieb der ganzen Knolle			Zweit stärkster Trieb			Dritt stärkster Trieb		
			Länge		Proportion	Länge		Proportion	Länge		Proportion
			24. Apr.	6. Mai	6. Mai	24. Apr.	6. Mai	6. Mai	24. Apr.	6. Mai	6. Mai
I. 550 Gr	7 (14)	14—15	22	57	Vollkommenste Proportion; zwei schöne Blättchen (8. 3,9) [3])	18	50	Sehr gut prop. .	16	52	(6. 2,8) gut.
II. 420 „	3 (16)	16	17	48	Kräftig von bester Entwickl.	19	50	Ziemlich gut prop.	19	25	Kräftig, später mißbildet.
III. 424 „	10	16	16	65	Ziemlich gut proport. . .	20	50	Verhältnißm. dünn	16	45	Sehr dünn, schwach.
IV. 317 „	4 (12)	8	17	42	Gut proport.	15	50	Sehr dünn . .	—	40	Sehr dünn.
V. 290 „	2 ([illegible])	3	24	65	Ziemlich gut entwickelt . .	15	50	Dünn	—	—	Schwächer als die vorigen.
VI. 85 „	3 (8)	3	16	55	Schwach (5 mm.) [4]) . . .	—	—	Geringer als die v.	14	—	Erst kümmerlich, doch gesund, dann abgestoßen.
VII. 87 „	3 (9)	3	15	45	Dünn	—	—	Schwächer . . .	—	—	Noch schwächer.

[1]) Die vordere Zahl in dieser Columne bezeichnet die Zahl derjenigen Augen, von welchen entweder einzelne oder auch alle Triebe zur leiblichen Entwicklung gekommen sind und somit registrirt wurden; die eingeschaltete Zahl bezeichnet die Gesammtsumme der Augen nach Hinzurechnung derjenigen, die wenigstens an den größeren Knollen als Nachbildungen angesehen werden und ihre Triebe nicht sichtbar weiter entwickeln.

[2]) Wo in der Tabelle I für einzelne Knollen resp. Augenklassen unbestimmte Mengen der Triebe angegeben sind wurde zur Gewinnung der Zahlen dieser Columme aus jenen unbestimmten Zahlen das Mittel benutzt.

[3]) Stärkster und schwächster Durchmesser.

[4]) Stärkster Durchmesser.

Digitized by Google

Abgesehen von der aus den Beobachtungen nebenbei hervorgehenden Thatsache, daß sich eine schwächlich ernährte Knospenanlage gerne in einer zahlreicheren Sprossentheilung kennzeichnet [1]) gehen zwei Gewißheiten mit klareren und bestimmteren Zügen daraus hervor, als sie bis jetzt noch vor uns gestanden; Gewißheiten, welche, obgleich aus den gewöhnlichen Wahrnehmungen der practischen Wirthschaft mitunter bekannt, also an sich nicht neu, doch in der Praxis theils gar keine, theils eine sehr ungenügende Würdigung erfahren. Selbst Vertreter der Wissenschaft sind, wenn sie auch die eine dieser Gewißheiten längst anerkennen wollten und theils durch den praktischen Feldversuch dargethan haben, in ihrer Verwerthung mitunter noch irre geleitet worden, lediglich, weil die andere, obgleich ebenfalls nicht ganz unbekannt, doch ganz und gar unbeachtet blieb und so jene Verwirrung in zahlreiche Ergebnisse komparativer Feldversuche kommen mußte, vermöge deren die letzteren sich um so widersprechender zu verhalten schienen, je mehr deren angestellt wurden.

Vergleicht man die ursprünglichen Gewichte der Versuchskartoffeln mit der Entwicklung der aus diesen entstandenen lebenskräftigen Keimtriebe, so fällt sofort eine auffallende Uebereinstimmung zwischen beiden in die Augen. Ja noch mehr: diese Uebereinstimmung tritt bei der Weiterentwicklung von der ersten Beobachtung ab, nur noch immer schlagender hervor, wie sich aus der beistehenden Tabelle (II), welche das zwischen der Größe der Mutterknolle und der Ausbildung der Keimtriebe bestehende Verhältniß deutlicher veranschaulicht, zugleich mitergiebt.

Um die Sache noch weiter zu verfolgen, und zu demonstrieren, ob sich die Energie der frühesten Jugendentwicklung eines Keimtriebes auch auf das spätere Leben der Pflanze erstreckt, oder ob Differenzen wieder ausgeglichen werden, setzte ich die Versuchspflanzen am 6. Mai in getrennten Gefäßen in einen reinen Kalksand, der mir gerade zur Verfügung war und tränkte denselben in entsprechendem Verhältniß mit einer klaren Nährstofflösung gleichmäßig, welche fortan in verdünntem Zustande auch zur Anfeuchtung diente. Es zeigte sich, daß die ursprünglich schwächeren Triebe nicht nur schwächer blieben, sondern daß bei einer sonst ganz freudigen Entwicklung die Differenzen mit der Länge der Zeit immer auffallender wurden.

Die Ursache weshalb die kleinere Knolle die schwächeren Keimtriebe erzeugt und somit die geringere Ernte, ist nicht, wie so leicht angenom-

---

1) Ueberhaupt verdient es bemerkt zu werden, daß, wie ich dies aus vielen meinen Untersuchungen schließen muß, eine jede Schwäche sowohl bei der Keimung als auch später, in der größeren Neigung zur Vieltheilung aller Organe hervortritt. (Vergl. hierzu vorzugsweise die Reihen 10 und 15 der Tabelle).

Digitized by Google

men wird, darin zu suchen, daß sie der jungen Pflanze an sich weniger Nahrung zu bieten habe, wie die große Mutterknolle, sondern muß sogar vorwiegend in andern Umständen begründet sein. Die geringere Lebensenergie der Keimtriebe beginnt nicht erst sich zu zeigen wenn es an Reservenahrung in der Mutterknolle überhaupt bald gebricht, sondern schon gleich in der ersten Zeit, wo die Knolle noch auf viele Wochen hinaus Stoff enthält.

Das Moment, welches jedenfalls den entscheidendsten Antheil an der von der größeren Mutterknolle erzeugten lebensvolleren Vegetation hat, kann nur in der gleichzeitigen Mitleidenschaft der ganzen Knolle an den frühen, wenn nicht den allerfrühesten Vorgängen der Keimung beruhen. (Vergl. S. 13 u. f.). Wenn dieselben lösenden und translatorischen Ursachen gleichzeitig auf größere Massen der Substanz einwirken, so muß diese auch in größerer Masse innerhalb derselben Zeit gelöst und translocirt werden. Von der größeren Knolle kann dem schon etwas vorgeschrittenen Keimtrieb entschieden leichter die zu einer lebhaften Weiterentwicklung erforderliche Zufuhr geleistet werden als von der kleineren, selbst wenn diese noch großen Vorrath besitzt; es ist die größere Stoffmenge in Bewegung nach den lebenskräftigen Keimtrieben und so kann auch stets die größere Menge an den Verbrauchsstellen in assimilirbarem Zustande bereit liegen. Eine Bestätigung erfährt dies noch durch die unten zu erläuternde Anschauung über das Abwelken der Setzknollen.

Eine weitere Ursache muß darin gesucht werden: die größten Knollen derselben Ernte führen im Vergleich zu den unter gleichen Umständen erwachsenen Mittelkartoffeln stets einen etwas geringeren Stärkereichthum, der Wassergehalt ist etwas größer und, was aber ganz besonders in's Gewicht fällt, der Gehalt an stickstoffhaltiger Substanz ist ein wesentlich, ja oft bis zu 50 % des Gesammtgehaltes höherer [1]). Der geringere Stärkereichthum kann nur der Beweglichkeit des Zellsaftes förderlich sein, einen absoluten Mangel an Stärkesubstanz giebt es in den ersten Wochen des Wachsthums bei keiner keimenden Kartoffel, ob ihr Stärkegehalt um 1 % größer oder kleiner ist. Ueber den Einfluß eines größeren Eiweißgehaltes siehe Seite 17.

Außer den bis jetzt gedachten Momenten dürfte es — den experimentellen Nachweis vorbehalten — nicht allzugewagt erscheinen, der bei der Keimung entstehenden Selbsterwärmung im Innern der Knolle bei der größern Kartoffel insofern eine fühlbarere Rückwirkung auf die Ener-

1) Vergleiche auch die Berichte über Versuche zur Prüfung des Gülich'schen Kartoffelbauverfahrens von Jul. Kühn, Halle 1872, von Ed. Heiden, Sächs. Amtsbl. 1872. Nro. 11 u. A. m.

Digitized by Google

gie der ganzen Vorgänge beizumessen, als bei ihr die abkühlenden Ursachen mehr zurücktreten, wie am kleinen Körper. Will man übrigens gerade kein großes Gewicht darauf legen, so dürfte es doch nicht ganz zu übersehen sein [1]). Daß die ganze Knolle an einer Zersetzung organischer Substanz unter Bildung von Kohlensäure und gleichzeitiger Wärmeentwicklung betheiligt ist, erscheint um so näher liegend, als im ganzen Parenchym ozonisirter Sauerstoff enthalten ist, besonders aber in der Nähe der Keimaugen, in der Rinde und in der innern Markzone [2]).

Nimmt man es als feststehend an, daß der kräftigere Keimtrieb auch dem Kulturzweck der Pflanze am vollkommensten entspricht, so braucht man nur einen Blick auf die Tabelle II zu werfen, um klar darüber zu sein, daß unter sonst gleichen Umständen nicht die mittlere Kartoffel, welche gegenwärtig fast allgemein zum Auslegen empfohlen wird, sondern die größte als Saatgut die vortheilhafteste sein müßte, träten nicht durch die größere Zahl der Augen, durch den verschiedenen Kulturwerth der letzteren unter einander und durch die jetzt allgemein beliebte geringere Reihenweite beim Auslegen mehrfach Modificationen ein. Ob ganz große oder nur Mittelknollen am vortheilhaftesten zu verwenden seien, ist besonders in der jüngsten Zeit eine viel ventilirte Frage gewesen, welche sich bis jetzt vorwiegend dahin entschieden zu haben scheint, daß bei verhältnißmäßig engerem Satz, der jetzt mit Recht empfohlen wird, einer guten Mittelknolle der Vorrang gebühre. In wieweit dies als allgemein richtig anzuerkennen ist, wird sich später ergeben.

Bei unsern Versuchsknollen sehen wir in der Entwickelung der Triebe beinahe genau dieselben Abstufungen wie im Gewicht der Knollen selbst. Nummer I. zeigt bei 550 Grm. den frühesten und lebenskräftigsten Keimtrieb von 57 mm. Länge bei einer reichlichen und wohlvertheilten Stärke neben einigen andern Trieben, dem ersten ähnlich, und einer Anzahl kleinerer Austriebe, wie sie an jeder Versuchsknolle vorkommen. Die ganze Stufenleiter durchgehend, sehen wir zwar bei den kleinsten Knollen deren

---

1) Bei Göpperts Versuchen über die Wärmeerzeugung bei der Keimung (Göppert, Wärmeentwickelung, Wien 1832.) wurden größere Quantitäten Samen eingeweicht und in hölzerne, mit Werg umwickelte Gefäße gebracht; es ergaben sich für die ersten Versuchstage als frei von anderen Einflüssen (Schimmelbildung ꝛc.) zu betrachtende Temperaturerhöhungen: bei Weizen und Hafer um 9—10 °R.; bei Mais 5—6°, bei Klee um 14°; keimende Zwiebelknollen von Allium sativum, ähnlich wie die Samen behandelt, um 2,7 °R.

2) Das Ozon läßt sich am einfachsten nachweisen durch Aufguß einer verdünnten Tinktur aus Guajacholz auf die Schnittfläche der Knolle.

Digitized by Google

stärkste Triebe mit 45 und 55 mm. Länge, dabei aber schwach und spindelig, während alle übrigen mehr oder weniger verkümmert, eine kräftige Pflanze zu erzeugen unfähig sind[1]).

Das andere, was auch diese Beobachtungsreihe noch ergiebt, ist wiederum der für die Fortpflanzung überwiegend größere Werth der Kronenaugen. In der beistehenden Tabelle III sind die speciell hierauf bezüglichen Daten aus Tab. I übersichtlich zusammengestellt.

---

1) Auch Sorauer zieht aus seinen 1871 in der „Neuen landw. Ztg.“ mitgetheilten Kulturversuchen u. A. den Satz: „selbst bis zu den größten Saatknollen gilt die Regel: „„je größer die Saatknolle, desto größer die absolute Ernte, bei unbeschränktem (?) Bodenraum für die Pflanze““. Ferner vergleiche man auch die schon in der Einleitung angezogenen Versuche von Hellriegel und die daraus gezogenen Schlüsse, wo die große Saatknolle in fast allen Positionen den größeren Reinertrag der Mittelknolle gegenüber brachte und nur „bis zu gewissem Grad“ durch engeren Satz ersetzt werden konnte. — Wie keiner weiteren Ausführung, sondern nur des einfachen Hinweises benöthigt, können Gewichtsunterschiede von nur 4—5 Gr. nicht in Betracht gezogen werden.

Digitized by Google

Tabelle III. (nach Tabelle I).

	Stärkster			Zweitstärkster			Drittstärkster			Bemerkungen
	Länge		Proportion.	Länge		Proportion	Länge		Proportion	
	24. Apr.	6. Mai	6. Mai	24. Apr.	6. Mai	6. Mai	24. Apr.	6. Mai	6. Mai	
Knolle Nr. I 550 Gr.										
Kronentrieb . . .	22	57	Größte Vollkommenh. (7.3,3) zwei schöne Blättchen	18	50	sehr gut	8	—	sehr gut prop., beschädigt, abgestoßen	
Seitentrieb . . .	16	52	ein Blättchen (5,7. 2,3) .	13	40	unverhältnißmäßig schwächer	12	15	halb verkümmert, sonst gesund	Weiter eine Anzahl spindelig aufgeschossen., kümmerl. Seitentr.
Knolle Nr. II 420 Gr.										
Kronentrieb . . .	17	48	kräftig, gut prop. beste Entwl.	19	50	ziemlich gut prop. .	19	25	kräftig, spät. mißbild.	
Seitentrieb . . .	15	28	zuletzt ziemlich gut prop. .	—	—	—		—	—	Alle Tr. v. d. fünf Seitenaug. am 6. Mai geg. den erst. bed. zurück und schwach.
Knolle Nr. III 424 Gr.[1])										
Kronentrieb . . .	20	50	schwächer als der analoge Trieb von Knolle I	—	—	nicht verzeichnet .	—	—	nicht verzeichnet.	
Seitentrieb . . .	16	65	ziemlich gut prop. . . .	—	45	sehr dünn u. schwach	—	? 40—45	sehr dünn u. schwach	Alle übrigen Seitenaugen sehr kümmerlich.
Knolle Nr. IV 317 Gr.										
Kronentrieb . . .	17	42	gut prop.	15	50	sehr dünn (5 mm.) .	—	45	sehr dünn	
Seitentrieb	14	17	vom 24. Apr. nicht kenntlich weiterentwickelt	—	—	geringer	—	—	noch geringer	Alle zeigten v. 30. April ab kaum eine Weiterentwicklung.
Knolle Nr. V 290 Gr.										
Kronentrieb . . .	24	65	ziemlich gut entwickelt . .	15	50	dünn	—	—	geringer.	
Seitentrieb . . .	7	—	kaum weiterentwickelt. . .	—	—	—	—	—	—	Zerstreute Triebe, kaum weiterentwickelt als zu 5—7 mm. Länge.
Knolle Nr. VI 85 Gr.										
Kronentrieb . . .	16	55	schwach (5 mm.)	—	—	geringer	—	—		
Seitentrieb . . .	14	—	sehr dünn, dann kümmerlich, doch gesund, zuletzt abgestoß.	—	—	—	—	—	—	Alle Triebe ohne Entwicklung.
Knolle Nr. VII 87 Gr.										
Kronentrieb . . .	15	45	dünn	—	—	geringer	—	—	noch geringer	Alle übrig. Triebe ohne Entwickl.

[1]) Es ist zu erinnern, daß für die normale Entwicklung der Kronentriebe dieser Knolle störende Ursachen vermuthet werden mußten.

Bevor wir übrigens diesen Punkt weiter verfolgen, erscheint es zweckdienlich, noch eine Betrachtung über das Abwelken der Saatknollen vor dem Auslegen und den für die Vegetation damit verbundenen Vortheil vorauszuschicken, da sich dabei Gelegenheit geben wird, verschiedene physiologische Vorgänge an der keimenden Knolle zu studiren und Schlüsse zu gewinnen, die sich weiterhin verwerthen lassen.

Ueber den günstigen Erfolg von dem Verfahren, die Setzknolle vor dem Auslegen abwelken zu lassen, sind so zahlreiche und übereinstimmende Beläge aus der Praxis mitgetheilt worden, daß ein solcher nicht mehr in Zweifel gezogen werden kann. Doch über die Ursachen dieses Thatbestandes liegen bis jetzt keine irgend annehmbaren Erklärungen vor. Ueberhaupt sind noch wenige Versuche einer Erklärung gemacht worden. Das einzige, was man schon vor längeren Jahren darüber vernommen hat, ist die unglückliche, rohe Vorstellung, daß durch das Abwelken die Knolle einen Theil ihres Wassergehaltes abgebe und sich nun, in einen reichen Boden gebracht, wieder voll mit Nährstoff gesättigten Wassers sauge und so dem jungen Keimtrieb eine reichlichere Nahrung zuführe. Einer sehr eingehenden Widerlegung bedarf es dazu nicht weiter, wenn man sich nur erinnern will, daß der Keimtrieb in seiner frühesten Entwicklung keine andere, gleichgünstige, geradezu brauchbare Nahrung finden kann, als die in der Mutterknolle für sein Bedürfniß aufgespeicherte, daß außerdem die Knolle ihrer Bestimmung nach kein saugendes oder assimilirendes Organ ist, sondern ein mit einer für flüssige Lösung mehr oder weniger undurchdringlichen Korkschicht umgebener Körper, daß aber der Keimtrieb, solange er nicht ausgebildete Blätter besitzt nur bereits assimilirte Substanz als Nahrung aufnehmen kann und daß die spätere Aufnahme anorganischer Stoffe nur durch die Wurzelspitzen erfolgt, welche sich gleich den assimilirenden Blättern um so reichlicher und früher einstellen, je reichlicher den Keimen assimilirte (organische) Substanz aus der Mutterknolle zugeführt wurde. Ueberdies sind es die Absorbtionsverhältnisse des Bodens und noch manche andere Dinge, die einer weiteren Beachtung dieser Vorstellung einfach überheben. Wir haben uns nach einer andern Erklärung der erwähnten Thatsache umzusehen, welche hiermit versucht sei.

Das Abwelken der Knolle beruht auf einer Verdunstung von Wasser aus derselben. Dieser an sich sehr einfache Vorgang kann sich nicht vollziehen, ohne Transfusionen des übrigen in Lösung befindlichen Zellin-

Digitized by Google

haltes herbeizuführen. Der Proceß des Abwelkens beginnt mit einem Wasserverlust an der äußersten, Flüssigkeit führenden Zellschicht [1]). Ein Wasserverlust am Umfang der Knolle ist gleichbedeutend mit einer Concentration des gelösten Zellinhaltes in dieser Schicht. Denken wir uns jetzt das Gesetz der Endosmose für einen Moment unterbrochen, so wird der nunmehr concentrirtere Zellinhalt in gedachter Schicht die Zellen nicht mehr ganz ausfüllen, weil er um den Verlust an Wasser räumlich weniger geworden ist. In dem Verhältniß des Verlustes an der äußeren Seite tritt nun von der nach innen nächstbenachbarten Zellenschicht Flüssigkeit in die erste ein; dadurch verliert diese Zweite Schicht räumlich an Inhalt, ebenso wie auch an Spannung (Druck) nach innen und der Prozeß erstreckt sich in gleicher Weise auf die dritte Schicht und so fort bis zum Centrum. Den Prozeß hat man sich nun zunächst so lange fortgesetzt zu denken, bis ein Gleichgewicht der Saftfullung im ganzen Parenchym hergestellt sein würde; dieses Gleichgewicht tritt indessen darum nicht ein, weil immer wieder neue Mengen Wassers von der Oberfläche verdunsten. Der ganze Vorgang wird, soweit nicht die schwerdurchdringbare Korkschale ein Hemmniß ist, um so energischer fortschreiten, so lange vermöge starker Saftfüllung noch eine stärkere Spannung der Gewebe vorhanden ist, welche naturgemäß die Transfusion von innen nach außen beschleunigt.

Von der Zeit an, wo eine allgemeine Herabstimmung der Gewebespannung oder gar eine Schlaffheit des Zellgewebes eingetreten ist, geht die Translocation aus dem Centrum nur noch in geringem Maße vor sich und es kann nun ein vorwiegend stärkeres Abtrocknen der äußersten Schichten gedacht werden, weil mit abnehmender Spannung und abnehmendem Wassergehalt (geringerer Dünnflüssigkeit) die Fähigkeit der Fortbewegung des Zellinhalts von Zelle zu Zelle, sich mindern muß.

Die bisherige Betrachtung des Abwelkungsprozesses erstreckt sich in der Hauptsache nur auf den wässerigen Inhalt des Zellgewebes; das

---

1) Es verdient bemerkt zu werden, daß das Abwelken der Knolle Anfangs ungemein langsam von Statten geht, während nach längerer Zeit ein Zusammenschrumpfen mit einem Male sehr rasch erfolgt. Zeit und Hilfsmittel gestatteten mir augenblicklich nicht, Untersuchungen darüber anzustellen, doch dürfte die Vermuthung ausgesprochen werden, daß in einer trockenen Athmosphäre die Korkschale, welche nur im jugendlichsten Zustand Spaltöffnungen besitzt, von innen heraus für Wasserdunst erst allmälig, dann aber vollkommener und leicht durchdringbar werde, ebenso, wie es feststeht, daß selbst ein größerer Korkkörper mit der Länge der Zeit für flüssiges Wasser permeabel wird. Außerdem wird man auf eine Durchdringbarkeit der Korkschale gelenkt, durch die einfache Beobachtung, daß die gewelkte Knolle in einem feuchten Medium in verhältnißmäßig kurzer Zeit wieder turgescent wird.

Digitized by Google

Gesetz der Endosmose läßt aber auch in diesem Falle nicht blos Wasser durch die Membran dringen, sondern mit ihm den ganzen Zelleninhalt, soweit er in Lösung befindlich und die Membran permeable für ihn ist. Man weiß als allgemeines Gesetz, daß die koncentrirtere Lösung, welche wir in unserem Falle, wie beschrieben, und ohnehin in den äußeren Zellschichten zu suchen haben, an sich schon nicht so leicht durch die Membran nach der dünnflüssigeren hinübergeht, wie diese herüber. Kommt dazu noch der durch die Wasserabdunstung bedingte allgemeine Zug aus dem Inneren der Knolle nach der Peripherie, so erhellt die Nothwendigkeit einer immer stärkeren Koncentration jener gedachten löslichen Stoffe am Umfang der Knolle [1]); denn diese Stoffe wandern von Zelle zu Zelle dringend mit dem Wasser nach dieser Richtung, ohne gleich diesem von der Oberfläche abzudunsten. Bei der Kartoffel ist es vorzugsweise gelöstes Eiweiß.

Es muß nun an dieser Stelle bemerkt werden, daß diese Wanderung, wir können gradezu sagen, von Eiweiß, bei der abwelkenden Kartoffel aus dem Centrum der Knolle nicht über den Gefäßbündelring hinaus, in das Rindenparenchym zu gehen scheint [2]).

---

1) Es mögen ähnliche Vorgänge mit zu den Ursachen gehören, welche bei fast allen Pflanzentheilen selbst im Zustand der Vegetation den größeren Proteïnreichthum überhaupt in die Nähe der umhüllenden Schichten oder äußersten Organe, welche Wasser verdunsten, lagern. (Alle Epidermen, Rinde von jungem Holz, belaubte Zweigspitzen, Kleie der Getreidekörner 2c.).

2) Auf mikrochemischen Wege läßt sich, um die vorstehend entwickelte Darlegung über die Bewegung des Eiweißes im Markgewebe der Knolle zu unterstützen, nur schwer hinreichend Zuverlässiges gewinnen, indem das ganze Gewebe Eiweiß führt und einer feineren quantitativen Beurtheilung durch die an sich geringen Differenzen im Gehalt innerhalb derselben Zellenform und noch besonders durch die reiche Stärkefüllung erhebliche Schwierigkeiten erstehen. Jod bringt im ganzen Markparenchym geld- bis braungelbe Färbung des flüssigen Zellinhaltes hervor, Salpetersäure eine hellere Goldfarbe, welche durch Ammoniak etwas intensiver wird, konc. Schwefelsäure nach Auflichtung der Zellen rosenroth bis gelbroth; Kupferlösung und Kali, sonst noch eine der schärfsten und vielleicht die zuverlässigste Reaction, läßt sich der bedeutenden Stärkefüllung halber nicht gut anwenden. Durch alle erst genannten Reagenzien werden kleinere Differenzen nicht zuverlässig angezeigt. Das Millonische Reagenz (Zuckerlösung und verdünnte Schwefelsäure) zeigt eiweißartige Substanz nur bei größerer Concentration an. Die characteristische rosenrothe Färbung vermochte ich durch dasselbe nur bei solchen Theilen des Markgewebes zu erzeugen, welche sehr nahe an die Keimstelle angrenzen; die Färbung des Gewebes tritt von dieser Stelle aus gewöhnlich in einer Zone von 2—5 mm. seitlich und nach innen zwischen den Erhebungen des Gefäßringes auf. Außerdem beobachtete ich in einem einzigen Falle sich röthende Markzellen in eigenthümlicher, in der Nähe des Auges von innen strahlig nach den Gefäßring strebender Anordnung, welcher

Digitized by Google

Während des Abwelkens der Knolle an einem trockenen luftigen Ort bei mäßig warmer Temperatur beginnt nun gleichzeitig die Keimkraft sich zu regen. Das nächste bei der Keimknospe liegende Material wird zu neuen Formelementen umgebildet, die dem Saugorgan zunächst benachbarten Zellen werden dadurch zum Theil ihres Inhaltes beraubt, während Ersatz von innen nachrückt. In der nächsten Umgebung der Keimknospe wirken also zwei verschiedene Kräfte, Bildungsstoffe vom Innern der Knolle nach außen zu ziehen: die Abdunstung von Wasser, gleich so, wie an der ganzen Peripherie der Knolle, außerdem der Verbrauch von Stoff zur Neubildung. Je weiter die Keimtriebe vorgeschritten sind, desto energischer muß dieser Strom aus beiden Ursachen unterhalten werden, denn desto größer ist der Stoffverbrauch, desto lebhafter hauptsächlich auch die Verdunstung [1]). Erinnern wir uns nun, daß in jedem, in sich gleichartigen Gewebe eine Kraft waltet, den in Lösung befindlichen Zellinhalt rücksichtlich der Koncentration ins Gleichgewicht zu setzen, wofern nicht andere und stärkere Ursachen dieses Gleichgewicht stören, und bringen wir damit den durch das Abwelken eingeleiteten allgemeinen Zug vom Centrum nach der Markperipherie in Zusammenhang, so sind wir geradezu genöthigt, dem sonst einfach nach dieser Peripherie strebenden Eiweiß schon bald eine abgeänderte Richtung nach dem konsumirenden und stärker verdunstenden nächstliegenden lebensvollen Keimtriebe beizumessen. Noch besonders erleichtert muß die in der Richtung nach der Keimstelle abgeänderte Strömung werden durch die mehr oder weniger breit nach dem sog. Auge verlaufende innere Markzone, welche, wie vorn erörtert, durch geringere Stärkefüllung und größere Wässerigkeit, vielleicht auch noch größere Dünnwandigkeit der Zellen, die Stoffbewegung im Allgemeinen begünstigt. Aber selbst eine Anhäufung von Eiweiß über den augenblicklichen Konsum hinaus muß unabweisbar, weil naturnothwendig, angenommen werden, da die Auskeimung am Licht nur bis zu einem gewissen Grad äußerlich kenntlich fortschreitet, die von hier aus wirkenden Ursachen der Stoffbewegung aber aufs lebhafteste fortbestehen [2]). Diese Anhäufungen stickstoffhaltiger Substanz sind weniger deutlich nachweisbar

---

Erscheinung ich darum blos im Vorübergehen erwähne, weil ich sie ein öfteres Mal nicht wieder gewinnen konnte und darum nicht wage, eine weitere Bestätigung für das oben Entwickelte daraus zu folgern.

1) Es bedarf kaum einer weitgehenden Begründung, daß die Oberfläche des jungen Triebes energischer verdunstet als die Korkschicht der Kartoffel und daß mit Vergrößerung dieser Oberfläche auch die Größe der Verdunstung wachsen muß.

2) Daß die Verdunstung durch den Keimtrieb fortbesteht, ist selbstverständlich; aber auch ein Konsum findet trotz scheinbaren Stillstandes im Wachsthum insofern Statt, als sehr lebhafte morphologische Prozesse sich vollziehen.

Digitized by Google

in dem an die Keimstelle angrenzenden Markparenchym der Mutterknolle (Siehe übrigens S. 37. kl. Schr. 2) dagegen aber in sehr beträchtlichem Maße im Keimtrieb selbst.

Ebenso tritt in solchen am Licht entstandenen Keimtrieben eine ziemlich bedeutende Füllung ihres Mark- und Rindenparenchyms mit feinkörniger Stärke auf, während der ganze gedrungene strotzende Trieb mehr an Umfang als an Länge zunimmt und sein Gefäßcylinder wie auch die Cambialschichten sich massiger und breiter ausbilden und zahlreiche Abzweigungen durch das Rindengewebe nach der Epidermschicht zu entsenden, welche ihrerseits dann als Mittelachsen der sich immer mastiger ausbildenden Anschwellungen erscheinen, die sich dann im Dunkeln zu Wurzeln verlängern. (Vergl. S. 20). Ein Querschnitt aus einem solchen Triebe, welcher eine oder mehrere dieser Wurzelanlagen trifft, mit Kupferlösung und Kali behandelt, läßt in bezeichneten Anschwellungen die größte Intensität der für stickstoffhaltige Substanz (Plasma) charakteristischen, schön violetten Reaction der vorher farblosen Cambialzellen erkennen, was bei den analogen Gebilden der im Dunkeln rasch ausgestreckten Triebe in sehr wesentlich geringerem Maße der Fall ist. Man ist wohl entschieden und ohne Weiteres berechtigt, aus dem ganzen Sachverhalt eine größere Lebensfülle der so angelegten Stengeltriebe und Wurzelgebilde direct zu folgeren. Der erste Jugendzustand ist aber ebensogewiß sehr wesentlich mitentscheidend für das spätere Aneignungs- und Bildungsvermögen.

Während wir so bei den Lichttrieben diese vortheilhafte Anhäufung von Bildungsmaterial vor der Streckung und eine reichliche Ausbildung von Fülle strotzender Bildungsheerde und- Elemente beobachten, treten bei der im Dunkeln oder in der Erde auskeimenden Knolle weit weniger günstige Zustände ein. Heute noch ruhend, stellt sich bei Eintritt der geeigneten Temperatur die Lebensregung in der Knolle ein. Bildungsmaterial, und namentlich soweit es das stickstoffhaltige betrifft, liegt kaum in erheblich koncentrirter Form in der Nähe der Keimstelle um zu lebhaften Neubildungen verwendet zu werden; trotzdem treten aber sofort beträchtliche Streckungen auf: die Triebe werden lang und dünn, die einzelne Zelle ist gestreckter, weniger reich, sogar mitunter arm an Inhalt, die Wurzelbildung ist vorerst eine sparsame und schmächtigere. Der Längsschnitt aus einem im Dunkeln entstandenen etwa zolllangen Keimtriebe, möglichst nahe der Basis des Triebes genommen, zeigt nur sehr gestreckte Parenchymzellen; diejenigen des Markparenchyms sind in der Regel mindestens doppelt, oft auch dreifach so lang als breit, etwas ganz feinkörnige Stärke führend. Die analogen Zellen aus Lichttrieben (welche fast nie die bezeichnete Länge erreichen) sind meistens gleich hoch wie breit, bei größerem Alter des Triebes auch sehr oft plattgedrückt, so daß die

Höhe (Länge) der Zelle etwa die Hälfte ihres Querdurchmessers beträgt. In noch späterer Zeit zeigt sich das ganze Mark unregelmäßig mit Spiralgefäßen und den begleitenden Plasma-führenden Zellenreihen durchzogen. Während des scheinbaren Stillstandes der Lichttriebe vollziehen sich also die lebhaftesten Bildungs- und morphologischen Vorgänge, welche von reichlicher Stoffanhäufung begleitet sind.

Es kann nicht in Zweifel gestellt werden, daß die beschriebenen Verschiedenheiten zwischen den gewöhnlichen und den Lichttrieben rücksichtlich der zu erwartenden Vegetation zu Gunsten der letzteren gedeutet werden müssen, um so mehr, wenn es gelingt, die richtige Grenze der Lichtkeimung (Abwelkung) zu treffen. Davon weiter unten [1]).

Das für die Kultur der Kartoffel Vortheilhafte des Abwelkens der Saatknolle vor dem Auslegen besteht übrigens auch noch nach einer andern Richtung. Beim langsamen Abwelken der Knolle am Licht tritt nämlich eine Art Korrectiv für die Ungleichheit der verschiedenen Augen ein. Man sieht, wie die zuerst ausgetriebenen (Kronen-) Keime sich äußerlich kaum merklich weiterentwickeln, während die vorher ruhenden Augen allmälig nachkommen und sich jenen oft fast gleichstellen. Je mehr aber zur Zeit des Auslegens die Keimtriebe gleichartig sind, desto mehr müssen die Differenzen in der Jugendentwicklung zurücktreten, desto weniger verderblich wirkt der Kampf ums Dasein unter den verschiedenen Individuen, weil weder Störungen nach vorausgegangener freudiger Entwicklung auf der einen Seite, noch Unterdrückungen und Verkümmerungen auf der anderen vorkommen. Die Triebe der Seitenaugen werden zwar immer schwächer bleiben, was nach dem Vorangegangenen einer Erörterung nicht mehr bedarf, doch kommen sie zum Wenigsten ziemlich gleichzeitig mit jenen der Krone zur Entfaltung [2]).

An Kartoffelsorten mit tief liegenden Augen tritt die Richtigkeit dieser Vorstellung am schlagendsten zu Tage. Am 1. April legte ich eine Anzahl wohlausgebildeter Marmontkartoffeln von 240—500 Grm. Gewicht pro Stück in's Zimmer; am 24. April waren bei allen die Keimtriebe ziemlich gleichmäßig auf $1^1/_2$—$2^1/_2$ mm. angelegt, die Seitenaugen zeigten noch keine Spur einer Keimung. Bei den Untersuchungen am 1. bis 6. Mai waren jene Triebe bis zu 3 und 4 mm. entwickelt, während sich an den zahlreichen Seitenaugen vereinzelte Spuren einer Re-

---

1) Ueber den Einfluß des Abwelkens auf den practischen Erfolg vergl. u. A. den Bericht des Dr. Nobbe, Sächs. Amtsbl. 1869.

2) Der vorher angezogene Bericht im Sächs. Amtsblatt konstatirt von abgewelkten Knollen eine Vermehrung der Sprossenzahl um 12 % an gleichem Tag der Zählung mit ungewelkt ausgelegten.

Digitized by Google

gung zeigten. Von nun ab schienen die Kronentriebe fast stille zu stehen, sie entwickelten sich kaum merklich in die Länge, dagegen um so kraftvoller in den Körper, am 22. Mai waren die kräftigsten der Kronentriebe an den einzelnen Kartoffeln, und zwar an jeder Knolle ein solcher bis zu 10—12 mm. Länge, bei fast knollenartiger Verdickung des unteren Körpers und mehrfacher Sprossentheilung ausgebildet, doch zeigten alle beistehenden Kronentriebe kaum noch eine so sehr auffallend stärkere Ausbildung wie die inzwischen der Mehrzahl nach ebenfalls bis zu 4 und 5 mm. herausgewachsenen Seitentriebe [1]).

Der richtige Grad des Abwelkens der Saatkaltoffeln, über welchen man bisher noch gar keine Anhaltspuncte besitzt, dürfte sich absolut genau wohl nicht bestimmen lassen, da außer sonstigen Schwierigkeiten, die sich einer ganz genauen Bestimmung in den Weg stellen, die Kartoffelsorte, das Klima und andere Dinge von entscheidendem Einfluß darauf sein müssen; doch innerhalb einer gewissen, nicht zu weiten Grenze läßt sich der gedachte Zeitpunkt immerhin mit Sicherheit bezeichnen. Das mehr oder weniger welke Anfühlen der Knolle oder die Veränderung ihres specifischen Gewichts und dergl. kann nie als Maaßstab dafür erachtet werden. — Am Licht erzeugte Keimtriebe lassen von ihrer Basis bis zu gewisser Höhe jene mehrfach erwähnten, glänzenden, straff erfüllten Anschwellungen immer zahlreicher auftreten, ohne daß diese sich, gleichwie im Dunkeln zu Wurzeln verlängerten; ihre stärkste Längendehnung läßt sie als Kegel von $1^1/_2$ bis höchstens 2 mm. erscheinen. Sie bleiben am Licht

---

1) Ein nicht uninteressantes Seitenstück zu der oben entwickelten Theorie vom vortheilhaften Einfluß des Abwelkens auf die Vegetation bietet das Leben der Cacteen. Es sind dies Pflanzen von ebenfalls fleischigem und in jedem Lebensalter mehr oder weniger saftreichem Körper. Sie zur Blüthe zu bringen, bedarf es wie bei jeder Blüthe einer reichen Zuleitung stickstoffhaltiger Substanz zur Knospe, welche sich je nach Umständen zum Achseltrieb oder zur Blüthe entwickeln kann. Wollte man den Effect nun erzielen durch Stickstoffdüngung, dann würde, soweit Cacteen solche überhaupt vertragen, anstatt der Blüthe eine zu reichliche Sprossenbildung eintreten. Nimmt man dagegen Cacteen über Winter aus dem Topf und bewahrt sie einige Monatelang zum Abwelken an einem geschützten Orte hängend auf, so vollzieht sich ohne Zweifel der ähnliche Prozeß einer Wanderung stickstoffhaltiger Substanz nach der Peripherie. Setzt man alsdann die Pflanze wieder ein, so ist das Gewebe nicht gleich saftig genug, um massige Neubildungen zu unterstützen und man bringt auf diese Weise die Cacteen viel leichter alljährlich zum Blühen. Die Reservestoffe zur Ausbildung der Blüthe liegen in koncentrierterer Form nahe erreichbar und die Umbildung der Knospe zur Blüthenanlage vollzielt sich, bevor das Gewebe zu sehr safterfüllt ist. — Es dürfte außerdem der experimentellen Prüfung werth sein, ob das Vortheilhafte des Beschneidens der Wurzeln so vieler Garten und Zimmergewächse zum Zweck der Blüthen- und Fruchtbeförderung nicht auf dem gleichen Princip beruht.

Digitized by Google

dann geraume Zeit, ja oft mehrere Wochen lang äußerlich faß vollkommen unverändert, werden höchstens, wenn möglich, noch glänzender, noch tiefer roth und voller. Endlich aber vollzieht sich unterhalb einer solchen Anschwellung die Bildung eines verkümmerten, schmalen, lanzettlichen Blättchens von $1^1/_2$—2 mm. Länge, welches den Eintritt einer Seitensprossung des Triebes an dieser Stelle anzeigt. Bei manchen Sorten, wie z. B. bei der Marmontkartoffel nimmt diese Sprossung später den Character einer förmlichen Theilung des älteren Gebildes an, weil dieselbe schon bei geringer Längenentwicklung des Lichttriebes beginnt und der junge Seitensproß sich sehr lebhaft entwickelt. Einer solchen ersten Sprossung folgen sehr bald mehrere an demselben Keimtriebe nach. Schon vor dem Erscheinen des vorerwähnten verkümmerten Blättchens gelingt es, unter zahlreichen Querschnitten aus Keimtrieben, welche zugleich durch solche Anschwellungen geführt werden, einzelne Präparate zu gewinnen, welche zeigen, wie sich von dem Gefäßcylinder des Triebes die nach den Anschwellungen abzweigenden Bündel anfangen anders anzuordnen wie ursprünglich und endlich schon ein zartes Gerippe darstellen. Taf. III. Fig. 26 ist ein idealer Querschnitt aus dem ganzen Keimtrieb, Taf. III. Fig. 27 der Ausschnitt A. eines solchen Querschnitts nach der Wirklichkeit durch eine Anschwellung geführt, die schon die kenntliche Anlage zur Sprossenbildung in sich trägt.

Am Lichte abgewelkte Knollen im Stadium der Umbildung dieser Wurzelanlagen in's Dunkle gebracht, zeigen nach 6—8 Tagen an fast allen Trieben eine bis mehrere schon vorgeschrittene Sprossen, welche aber ausnahmslos dünn und lang gestreckt sind und den Eindruck der Kümmerlichkeit machen, während die ursprünglichen Triebe zwar verblaßt, aber kaum merklich verlängert erscheinen. Dagegen haben sich alle diejenigen primitiven Triebe, welche keine Sprossen erzeugt hatten, stark verlängert, sind wohl proportionirt, kräftig und lebensvoll.

Es ist als gewiß zu bezeichnen, daß es im Allgemeinen den Kulturzweck nur schädigen könnte, wollte man in der Praxis den Zeitpunkt derart beginnender Seitensprossungen abwarten; doch dürften physiologische Bedenken durchaus nicht vorliegen, ihn möglichst nahe herankommen zu lassen. Bei welcher Längenentwickelung der Triebe dieser kritische Moment eintritt, ist von der Kartoffelsorte, von dem Grad des Lichtzutritts während des Abwelkens und von der Temperatur abhängig. Bei Exemplaren der frühen Rosenkartoffel, welche im Halblicht zum Keimen ausgelegt waren, fand ich an $^3/_4$ zölligen Trieben noch keine Spur von beginnender Sproßung und die zahlreich vorhandenen Anschwellungen erzeugten ausnahmslos nach dem Auslegen in feuchte Sägespäne gesunde, auffallend rasch wachsende Wurzeln. Bei der Marmont und der weiß-

Digitized by Google

fleischigen Zwiebelkartoffel stellte sich, ebenfalls im Halblicht, die Sprossung schon bei 15 mm. Länge des Triebes reichlich ein und unter dem Einfluß des vollen Tageslichtes noch wesentlich früher. In höherer Temperatur aufbewahrt, scheinen die Knollen zur Sprossenbildung geneigter, wie in kühlerem Raum.

Indessen wird man in der Praxis kaum mit so peinlicher Sorge auf die beschriebenen Erscheinungen zu achten haben, da andere Gründe rein mechanischer Art das Auslegen der Knollen in die Erde fordern, bevor die Gefahr solcher Sprossung eintritt. Der Wirthschafter lasse das Abwelken resp. Auskeimen in geschütztem, hellem Raum möglichst weit vorschreiten, lasse aber die Triebe nie so lang werden, daß sie beim Ein- und Umsacken des Saatgutes leicht beschädigt oder abgestoßen werden könnten, so werden die Nährstoffanhäufungen und die morphologischen Bildungsvorgänge um und in den Keimtrieben bereits einen günstigen Grad erreicht haben und jener, jedenfalls zu vermeidende Zeitpunkt liegt dann sicher noch ferne genug. Hält man diesen einfach praktischen Gesichtspunkt fest, so wird man niemals dem kritischen Moment zu nahe kommen.

Nach allem hierüber Erörterten bedarf es kaum noch des kurzen Hinweises, daß das bisweilen versuchte Verfahren, die Saatknollen durch künstliche Wärme rasch zum Abwelken zu bringen, ein unbedingt verfehltes ist.

Doppelt verfehlt ist es aber, mit im Keller an- oder ausgekeimten Saatknollen comparative Versuche überhaupt nur anzustellen denn hier befindet sich eine jede Knolle, ja fast jeder Trieb vermöge des verschiedenen Lichtzutrittes in einer andern Verfassung.

Wenn, wovon wir ausgegangen waren, die Kronenaugen an der Knolle beim natürlichen Verlauf so wesentlich früher austreiben als die Seitenaugen und wenn für ihre Entwicklung physiologisch wie anatomisch so viel besser gesorgt ist, so liegt die Annahme nahe, daß die Existenz der letzteren gleichzeitig mit jenen an einem Saatstück eine Quelle verschiedenartiger und zwar sehr erheblicher Störungen für die Gesammtvegetation und das Ernteergebniß sein muß. Haben sich die ersten Triebe im Boden zu einer gewissen Stärke entwickelt und ein dem entsprechendes Wurzelsystem ausgebildet, erfreut sich das junge vegetative Leben eines reichlichen Genusses von Licht und Luft in den Stengel- und Blatttheilen, einer ungeschmälerten Nahrungszufuhr aus dem Boden, haben

Digitized by Google

sich vielleicht schon Stolonen gebildet und sind bereits Knöllchen angesetzt, kommen dann die verspäteten, wenn auch von Hause aus schwachen, Triebe nachträglich hervor [1]), so müssen zunächst zwei Dinge eintreten, welche die jüngeren ebenso wie die älteren Triebe in ihren Lebensverrichtungen empfindlich stören. Dem Wurzelsystem der älteren Triebe, das ein gleichmäßig in sich verwebtes ist, wird durch Heranbildung eines zweiten, dritten und vierten Systems in so unmittelbarer Nähe die Nahrung verkürzt und es tritt, sei es in der Blatt- oder Stengelbildung, sei es in der Entwicklung schon angesetzter Knöllchen, ein gewisser Stillstand, eine Verlangsamung ein, nicht blos direct aus augenblicklicher Verkürzung der Nahrung, sondern noch besonders dadurch, daß folglich eine sonst unnütze Verlängerung und Vermehrung der Wurzeln nöthig wird. Darüber geht Kraft, und was nicht weniger bedeutet, Zeit verloren, während doch an letzterer der Pflanze zur Ausbildung und Reifung der Brutknospen nur ein relativ bestimmtes Quantum zugemessen ist. Die Knollen können, und wenn sie auch ebenso zahlreich werden, nicht wohl dieselbe Größe und Ausbildung erlangen, als wenn diese Störung nicht eingetreten sein würde. Die späteren Triebe sind keineswegs geeignet, durch ihre eigne Leistung Das zu ersetzen, was dort verdorben wurde, da sie im Ganzen weit schlimmer daran sind, wie jene. Ihren Wurzeln ist die Nahrungsaufnahme schon zu sehr erschwert durch die vorhandenen stärkeren Systeme, dazu aber ist den grünen Blattstengeln, die sich bilden, Licht und Luft nur sparsam zugemessen. Die Triebe bleiben nicht nur in dem Verhältniß zurück wie sie es von Anfang sind, sondern sie fristen ein verhältnißmäßig nur mehr oder weniger kümmerliches Dasein; um so mehr, als jetzt die Nahrungszufuhr aus der Mutterknolle ebenfalls nur noch eine sparsame sein kann. Nach Allem ist es einleuchtend, daß diese späteren Triebe, abgesehen von dem Vorkommen des Durchwachsens, die kleinen, auf einem früheren Stadium ihrer Entwicklung stehen bleibenden Knollen vorwiegend erzeugen, da die Vegetation mit einem für jede einzelne Sorte nach gegebenen sonstigen Umständen nicht allzuweit begrenzten Zeitpunct abschließt. Nimmt man bei einer Pflanzweite von ½ Meter in's Quadrat, wobei auf die Hectare 40000 Pflanzstellen kommen, den Effect dieser schädlichen Einwirkungen pro Stock nur in der Durchschnittlichen Höhe von 10 Gr. in der Ernte an, so resultirt auf die Hektare schon ein Ernte-

[1]) Jul. Kühn berichtet in der Zeitschrift d. l. C. d. Prov. S. 1868 No. 11 in seiner Arbeit über die sog. Kindelbildung, er habe noch im Oktober von einzelnen Augen die im Frühling nicht zur Entwicklung gelangt seien, junge Triebe von 2—3 Linien Länge gefunden Uebrigens sind so späte und selbst auch noch frühere Bildungen stets nur von den vorn als unschädlich bezeichneten Augen der Klasse IV von Knolle I herrührend.

Digitized by Google

verlust von 400 Kilo. Wie groß übrigens der Verlust in Wirklichkeit sich gestalten kann, werden wir bald sehen.

Es dürfte hier der Ort sein, darauf hinzuweisen, daß man, wenn eine Ausartung, eine Ertragsverminderung der Kartoffel gegen früher überhaupt anerkannt werden will, aus diesem Sachverhalt noch den stichhaltigsten aller bis jetzt versuchten Erklärungsgründe ableiten kann. Neuerdings wird eine Degeneration der Kartoffel gänzlich verneint[1]); indessen vermag ich den Gedanken an die Möglichkeit einer solchen nicht ganz zu unterdrücken. Zwar pflichte ich Dem unbedingt bei, daß die fortgesetzte ungeschlechtliche Vermehrung nicht Ursache einer Degeneration sein könne, ebenso, wie es gewiß ist, daß der Grad der Empfänglichkeit für Erkrankung an Peronospera, nur Raçeeigenthümlichkeit sein kann[2]); Dagegen lassen sich für die Möglichkeit einer Minderung der Qualität sowohl als auch der Ertragsfähigkeit von Kartoffelsorten noch Gründe anführen, welche mehr wissenschaftliche Wahrheit für sich haben dürften, als diejenigen, welche in der obengedachten Schrift als unhaltbar erwiesen sind. Daß durch viele Generationen fortbestehende, vermöge natürlicher oder künstlicher Einflüsse herbeigeführte Abänderungen bei Arten und Unterarten der organischen Welt endlich Raçeeigenthümlichkeit werden können, und daß solche Variationen gerade bei Arten des Pflanzenreichs oft in sehr kurzer Zeit hervortreten, wird heute von der Wissenschaft als eine ausgemachte Sache betrachtet. Eine solche, in vielen Gegenden seit weit mehr als einem Jahrhundert systematisch und konsequent alljährlich herbeigeführte Abänderung bedingt es, daß stets eine größere Zahl von unreifen, kleinen Knollen zur Saat verwendet wurde, wie von ausgebildeten. Vermöge der allgemein in Ausübung befindlichen Satzmethoden mußte ferner stets eine große Zahl von Knollen auf halber oder noch geringerer Höhe ihrer Ausbildung geerntet werden, welche dann regelmäßig, wie es noch heute in vielen Gegenden fast ausnahmslos geschieht, entweder wieder nur in ihren kleinsten Exemplaren zum Auslegen Verwendung fanden, oder von denen die Mittelsorte der Länge nach zertheilt oder bei größeren Exemplaren auch in mehrere Saatstücke zerlegt wurde. Bei einer jeden dieser drei Methoden mußten aber im Allgemeinen sehr ungleichmäßig oder unter Umständen fast ausschließlich unvollkommen entwickelte Knollen wieder geerntet werden. Dies kann man sich leicht so lange fortgesetzt denken, bis eine unvollkommene Ausbildung

1) Vergl. Jul. Kühn, Bericht über Versuche zur Prüfung des Gühlich'schen Verfahrens, Halle 1872.

2) Vergl. D. M. Reeß, Mittheilungen über die Kartoffelkrankheit Ztschr. f. d. C. d. Prov. St. 1872. No. 4.

Digitized by Google

und damit die geringere Qualität und Ertragsfähigkeit Raceeigenthümlichkeit geworden sind. Warum sollte auch rücksichtlich eines Rückganges der gerade beliebten Eigenschaften nicht das gleiche möglich sein, was nach Richtung der Vervollkommnung von tüchtigen Samenzüchtern zur Genüge demonstrirt wird und hinreichend anerkannt ist, wenn dort zur Fortpflanzung unausgesetzt das Schlechteste ebenso verwendet wird, wie hier in bewußter Weise nur das Beste. Der Unterschied liegt nur darin, daß dasselbe dort nach dieser, hier nach jener Richtung, dort unbewußt, hier mit Bewußtsein ausgeübt wird.

Der Fall einer Degeneration wird im bäuerlichen Betrieb, wo „Sparsamkeit“ die höchste Tugend war, eher fühlbar geworden sein, wie im größeren Gutsbetrieb und so wie man rücksichtlich der Nutzthiere auch heute noch an gar vielen Orten im lokalen Sprachgebrauch eine „Gutsraçe“ und eine „Bauernraçe“ unterscheidet so dürfte man etwas Aehnliches im Hinblick auf die Kartoffel um so eher annehmen, als diese erst seit kurzer Zeit Handelsartikel geworden. So könnte es kommen, daß eine Degeneration, besser gesagt; eine „Herabzüchtung“ ein und derselben Kartoffelsorte an einen Ort nicht zu bestätigen wäre, während sie an einem anderen in empfindlicher Weise sich geltend machte.

Nach dieser Anschauung werden Sorten mit weniger Augen der Degeneration weniger unterworfen sein, weil sie ihre Knollen gleichmäßiger zur Reife bringen, mittelgroße und frühreife Sorten weniger wie sehr große und spätreifende, in mildem Klima und wärmeren Boden weniger als da wo der Sommer kurz und der Boden feucht[1]), bei fortgesetzter Kultur auf durch alte Kraft reichem Boden weniger als bei Armuth oder mit Stickstoff übersättigtem Lande[2]), bei fortgesetzter Verwendung von Kronenstücken und selbst von einzelnen Augen zur Saat weniger als bei Verwendung ganzer und der Länge nach halbirter Knollen, bei allgemeiner Gesundheit der Kartoffelplantagen weniger, als wo sich Krankheiten, die das Laub vorzeitig abtödten, sehr häufig einstellen u. s. w. — Außerdem giebt es, ohne daß eine Gesetzmäßigkeit durch die Form konstatirt werden könnte, Sorten, bei welchen das Austreiben der sämmtlichen Augen an sich schon ein gleichmäßigeres zu sein scheint; so z. B. die weißfleischige Zwiebel. Auch hier wird ein Grund für die Degeneration weniger anzunehmen sein.

Knüpfen wir wieder dort an, wo diese Bemerkungen über das Ausarten der Kartoffeln veranlaßt wurden.

---

1) Feuchter Boden begünstigt längerdauernde Triebigkeit und Massenentwicklung aber fördert erst viel später die Reife.

2) Aus gleichem Grunde wie oben; schlagendstes Analogon beim Reifen des Weines, Holz wie Beere anlangend.

Digitized by Google

Um die auf die Beobachtung des verschiedenen Vegetationswerthes der verschiedenen Keimaugen basirte Grundanschauung, wie sie im Gang dieser Arbeit entwickelt, auch durch das Feldexperiment zu bestätigen, hatte ich schon im Jahre 1868 den ersten darauf bezüglichen komparativen Versuch angelegt. Damals als landwirthschaftlicher Wanderlehrer im Regierungsbezirk Koblenz thätig, wurde mir von Herrn Gutsbesitzer Gustav Hirschbrunn zu Obermendig bei Andernach nicht nur eine kleine Gartenabtheilung bereitwilligst zur Verfügung gestellt, sondern auch jede erwünschte Unterstützung und persönliche Mitwirkung geleistet. Um die bedeutenden Ernteergebnisse im Voraus zu erklären, muß bemerkt werden, daß dieser Boden in der Grundmasse aus Bimsteintrümmern von der feinsten mechanischen Zerkleinerung bis hinauf zur Größe einer starken Haselnuß besteht und reichlich mit feinem, reichem Lehm durchschlämmt ist; er ist zu bedeutender Tiefe von gleicher Beschaffenheit. Solcher Boden ist fast nie zu trocken, niemals zu naß; er war außerdem in vortrefflicher alter Dungkraft und in langjähriger Gartenkultur.

Die Kartoffeln zur Aussaat wurden aus einem großen Vorrath sorgfältig gewählt; die Sorte war eine gelbschalige ertragreiche Tischkartoffel von starker Mittelgröße, schwach länglich und wenig platt gedrückt, doch leider ohne nähere Bestimmung. Zur Zeit der Auslese war eine Regung der Keimtriebe noch nicht erfolgt. Es wurde zunächst aus einem größeren Haufen alles Mißgestaltete, Beschädigte oder sonst zweifelhaft erscheinende ausgestoßen; auch die auf der Oberfläche des Haufens liegenden Kartoffeln wurden erst abgeräumt, damit nicht die Befürchtung Platz greifen konnte, der Einfluß des Lichts könne Veränderungen in der obersten Schicht verursacht haben, welche dann störend auf den Vergleich wirken möchten. Aus der ersten Auslese wurde nun ein engeres Sortiment genommen von möglichst gleichgestalteten und gleich großen Knollen. Alsdann wurden vier starke Mittelkartoffeln zusammengewogen und als Normalgewicht angenommen, nach welchem immer je vier und vier Knollen durch Verwechslung einer größeren oder kleineren Kartoffel auf dasselbe Gewicht gebracht wurden. In der letztgedachten Weise wurde nun fortgefahren bis das erforderliche Quantum für die verschiedenen Versuchsbeete erreicht war. Das Gewicht für je 4 Knollen betrug gegen 29 Loth.

Zunächst waren nun die Kartoffeln in vier Abtheilungen gebracht worden, welche nach dem obigen Verfahren von ganz gleichem Gewicht sein mußten. Die Knollen der ersten Abtheilung wurden so zerschnitten, wie es zumeist gebräuchlich, indem nämlich das Messer von Mitten der Krone nach dem Anheftungspunkt geführt wurde: „Längenschnitt". An

Digitized by Google

beiden Schnitthälften sind Kronen- und Seitenaugen in gleicher Weise vertreten.

Von der zweiten Partie wurden die Kronentheile abgetrennt: „Quer- oder Kronenschnitt"; jedoch so, daß das Messer oberhalb eines womöglich nahe der Mitte des Körpers liegenden Seitenauges angesetzt und derart durchgeführt wurde, daß es auch wieder über einem solchen Auge herauskam. So wurde es möglich, an dem obern Theil kaum durchschnittlich ein Seitenauge zu belassen; bisweilen blieben deren zwei, öfter aber auch keines. Natürlich kann diese zeitraubende Arbeit auch bei der größten Sorgfalt nicht anders vollbracht werden, als auf Unkosten des Gewichtes von der Kronenhälfte, was nicht ohne einen herabdrückenden Einfluß auf den Ertrag gedacht werden kann. — Die Nabeltheile wurden verfüttert.

Die dritte Abtheilung der Knollen wurde ganz und unversehrt gelassen.

Die vierte Abtheilung blieb ebenfalls unzertheilt, doch wurden die sämmtlichen Seitenaugen ausgebohrt.

Das Auslegen erfolgte, ohne ein vorheriges Abwelken zu erwarten, am 17. April mit dem Spaten auf 4" Tiefe und dritthalbflüssige Entfernung im Quadrat.

Meiner damaligen Stellung gemäß vermochte ich nicht, den Verlauf der Entwicklung zu beobachten, denn erst im October sollte es mir vergönnt sein, wieder an den Ort zu kommen. Ein Tagebuch wurde auch vom Besitzer des Grundstückes nicht darüber geführt. Bei der Ernte, die bei noch nicht völlig abgestorbenem Kraut erfolgte, war ich wieder selbst zugegen; es wurde bei derselben analog wie bei der Anlage des Versuchs verfahren, indem immer vier Stöcke zusammen ausgenommen, gewogen und dann für jede Versuchsklasse aus sämmtlichen Wägungen das Mittel für vier Stöcke genommen wurde. Die Knollen vor der Wägung zu waschen, erschien überflüssig, da sie rein von anklebender Erde aus dem Boden kamen.

Der sich auf je vier Stöcke berechnende durchschnittliche Ertrag ergab [1]):

---

1) Zuerst wurde dieser Versuch auszüglich und vorwiegend nach seinen Resultaten mitgetheilt in des Verfassers Schrift: Züge aus der Landwirthschaft der Rheinprovinz, Separatabdruck der Rh. Wochenschrift für Land- und Volksw. Neuwied bei Strüber, 4 Druckbogen.

Digitized by Google

1. vom Längenschnitt .	192 Loth oder pro Mg. berechnet rund	6,219 ℔
2. vom Kronenschnitt .	360 „ „ „ „ „ „	11,663 „
3. von ganzen unversehrten Knollen . . .	292 „ „ „ „ „ „	9,460 „
4. von ganzen Knollen mit ausgebohrten Seitenaugen	448 „ „ „ „ „ „	14,514 „

Fürs Erste sehen wir hier durch den Vergleich des Satzes 1 mit Satz 3 dasselbe bestätigt, was als Ergebniß aus zahlreichen zerstreuten Versuchen allmälig mehr und mehr anerkannt wird und was auch die Untersuchungen an den Keimtrieben darthun: daß nämlich das schwerere Saatgut unter sonst gleichen Umständen die größere Ernte liefert. Soweit wie es überhaupt möglich ist, die Nebenumstände gleichartig herzustellen, darf diese Gleichartigkeit bei den Sätzen 1 und 3 vielleicht sicherer angenommen werden, als bei einem einfachen Vergleich zwischen kleinen und großen ganzen Knollen. Die in Vergleich stehenden Knollen sind von möglichst gleichartiger Beschaffenheit, Größe und Ausbildung und nach dem Halbiren durch Längenschnitt sind auch die Kronen, und die Seitenaugen proportional vertheilt. Es kommt keine andere wesentliche Verschiedenheit vor als die des Gewichtes [1]). Eine Verschiedenheit muß übrigens noch zugegeben werden, deren Betrachtung aber die Methode des Längenschnitts, die, wie wir sehen, den geringsten Ertrag giebt, nur noch um so viel verwerflicher erscheinen läßt. Es wird nämlich in der Wirthschaftspraxis nicht wohl möglich sein, den Schnitt immer so zu führen, daß nicht einzelne Kronenaugen von der Schnittfläche her zu sehr von umgebendem Fleisch entblößt werden, wodurch ihnen, wenn sie nicht gar Verletzungen erfahren, zweifellos eine schwächere Ernährung zu Theil werden muß. Auch haben wir vorn gesehen, daß sich auf der Krone bei manchen Sorten bisweilen nachgebildete Augen, richtige Kümmerlinge, befinden; fällt nun ein Längenschnitt gerade derart, daß das oder die lebensvollen (regulären) Kronenaugen auf einer Schnitthälfte verbleiben, so kommen, im Falle des Vorhandenseins, auf der anderen Schnitthälfte jene Kümmerlinge bald, aber eben doch zu einer kümmerlichen Entfaltung,

---

1) Die Bildung einer Borke auf den Schnittflächen und Bohrwunden abzuwarten, war mir eines zu kurzen Aufenthalts halber nicht gestattet, doch gab der Boden zu keiner wesentlichen Befürchtung eintretender Fäulniß Anlaß und auch der Frühling war günstiger Weise ein nicht sehr nasser, so daß, was schon aus den ganzen Ergebnissen hervorgeht, dies nicht als störendes Moment betrachtet werden kann.

Digitized by Google

Beim Vergleich des Satzes 2 mit 1, also des Kronenschnittes mit dem Längenschnitt ergiebt sich in der Ernte ein Verhältniß zu Gunsten des ersteren von 192 : 360 bei annähernd gleichem Saatgewicht; eine Differenz, auffallend genug um der Verschiedenheit der Schnittmethoden ein Gewicht beizumessen.

Stellt man die Klassen 2 und 3, den Kronentheil mit der ganzen Knolle in Vergleich, so findet man selbst den vorher konstatirten Einfluß des größeren Saatgewichtes auf die Größe der Ernte lediglich durch die vorzugsweise Beseitigung der Seitenaugen noch beträchtlich überwogen.

Durch die Vergleichung von 2 und 4, also des Kronenschnittes mit der ganzen Knolle, deren Kreisaugen sämmtlich ausgebohrt sind, wird wieder das erste Ergebniß bestätigt: bei 2 sind die Seitenaugen nach Möglichkeit reducirt, bei 4 sind sie ganz beseitigt; die größere Ernte bei 4 gegenüber 2 ist also nur, oder doch fast ausschließlich, auf das größere Saatgewicht zurückzuführen.

Der Vergleich der Klassen 3 und 4 der ganzen unversehrten mit den präparirten Knollen bestätigt wieder, wie oben den störenden Einfluß des Vorhandenseins der Seitenaugen neben den Kronen. Wo also die Kreisaugen beseitigt und doch nahezu das ganze Gewicht der Knolle belassen ist, muß die größte Ernte liegen, die sich in unserem Versuch zu derjenigen des Längenschnittes verhält wie 448 zu 192 oder bei $2^1/_2$füßigen Satz auf den pr. Mg. berechnet wie 145 zu 62 Centnern.

Noch weitere Aufschlüsse über die Richtigkeit der ursprünglichen Vermuthungen erhalten wir durch die Zählung der geernteten Kartoffeln. Auch hier wurde ähnlich so verfahren, wie bei der Wägung. Unter „kleinen" Knollen sind nun in der Folge die verstanden, welche von Haselnußgröße bis zu einem größten Durchmesser von $1^1/_2$ Zoll befunden wurden; was darüber, heißt „große" Knollen.

Es berechneten sich als Durchschnitt der ganzen Ernte der einzelnen Versuchsklassen auf je vier Stöcke:

1. vom Längenschnitt:	29	große und	22	kleine, zusammen	51 Knollen
2. vom Kronenschnitt:	31	„ „	5	„ , „	36 „
3. von ganzen, unversehrten Knollen:	25	„ „	20	„ , „	45 „
4. von ganzen, präparirten Knollen:	53 große, fast gleichmäßig und sehr wohl ausgebildete Knollen, worunter überhaupt die größten der ganzen Ernte. Einige waren indessen kaum von Erbsengröße, doch nicht mitgezählt.				

Die Klassen 1 und 3 zeigen die große Anzahl kleiner, theils noch ganz unentwickelter Knöllchen, weil Seiten- und Kronenaugen in gleicher Weise an beiden vertreten waren, wovon die ersteren später austreibend ihren störenden Einfluß auf die Entwickelung der Kronentriebe übten, selbst aber ihre Brut nicht mehr zur vollen Ausbildung bringen konnten.

Satz 2 hat proportional den Seitenaugen nur wenige kleine Knollen. Die Gesammtzahl ist eine geringere wie bei 1 und 3, dafür aber die Ausbildung fast aller eine bessere, als hier die der besten. (Vergl. S. 29 Randnotiz über Vieltheilung.)

Satz 1 hat durchschnittlich im Ganzen die kleinsten Knollen.

Satz 4 zeigt die größte Zahl der Knollen bei der stärksten Ausbildung sämmtlicher Individuen.

Als kurzes Resümée aus der vorliegenden Arbeit dürften nun folgende Sätze besonders hervorzuheben sein.

Die Zersetzung des Stärkemehls beginnt in der nächsten Umgebung des Keimes durch unmittelbare Resorbtion, setzt sich von hier aus zunächst durch die innere Markzone bis zum Centrum in der Art fort, daß für den Verbrauch an der Keimstelle Stärke von innen her, höchstwahrscheinlich durch wiederholte Auflösungs- und Niederschlagungsprozesse, nachrückt und das Centrum zuerst relativ stärkeleer wird. Folgerung gegenüber derjenigen aus der früheren Annahme: die ganze Knolle befindet sich bei der Keimung bis ins Centrum gleichzeitig in durchgreifender materieller Mitleidenschaft; wichtigster Erklärungsgrund für den größeren Kulturwerth der größeren Setzknolle.

Man ist berechtigt anzunehmen, daß die innere Markzone vermöge einer größeren Wässerigkeit ihres Zelleninhaltes (und wahrscheinlich auch einer größeren Permeabilität der Zellmembranen) die Nahrungszufuhr zum Keime energischer vermittelt als die mehr stärkeerfüllten Partieen des Parenchyms.

Die Kommunikation der unteren (älteren) Augen mit der inneren Markzone ist durch die stärkereicheren Partieen eingeengt, oft ganz unkenntlich, ihre Knospen sind tiefer ins Gewebe eingelagert, der Stickstoffreichthum in ihrer Umgebung ein geringerer als bei der Krone, was zusammen als die Summe der Hauptursachen ihrer geringeren Lebensenergie anzusehen ist.

Die Triebe der Seitenaugen sind nicht bloß später, sondern stets

schon alsbald nach ihrem Hervortreten gegenüber den Kronentrieben unverkennbar schwächlicher; oftmals nur kümmerlich.

Schwach angelegte Triebe bleiben bei fortschreitendem Alter in der Regel gegenüber den stärkeren immer auffallender zurück.

Die Existenz von Seitenaugen zugleich mit Kronenaugen an demselben Saatstück muß empfindliche Störungen in der Gesammtvegetation verursachen.

Anfänglich selbst leidlich angelegte Seitenaugen können später doch noch erheblicher hinter den Kronentrieben derselben Knolle zurückbleiben.

Schwächliche Anlage und Ernährung kennzeichnen sich, sowohl bei den Keimen als bei der Knollenbildung gerne durch besondere Hinneigung zur Vieltheilung[1]).

Der Ansatz junger Knollen in Schuppenachseln ist (wenigstens im frühen Stadium) durch ein gelenkähnliches Zwischengebilde vermittelt[2]).

Der Einfluß des sogenannten Abwelkens der Saatknolle auf den Ertrag besteht hauptsächlich nach zwei Seiten:

a. Beträchtliche Anhäufung von Bildungsmaterial im jungen Trieb vor dessen wesentlicher Streckung, mehrfache günstige morphologische Abänderungen der Elementargebilde und der Organe,
b. Eintritt eines theilweisen Korrektives für die Verschiedenheit des Kulturwerthes der verschiedenen Augen.

Die an Lichttrieben zahlreich auftretenden Anschwellungen sind die ersten Wurzelanlagen, welche sich am Licht längere Zeit fast unverändert erhalten, dann aber endlich durch Hervortreiben von unterständigen Schuppenblättchen die Neigung anzeigen, sich zu Seitensprossen umzubilden; noch früher ist diese Neigung zu erkennen in der veränderten Anordnung der aus dem Gefäßcylinder des Triebes in die Anschwellungen reichenden Gefäße.

Der höchste Zeitpunkt, welchen man beim Abwelken der Saatknolle aus physiologischen Gründen schon nicht übergehen dürfte, ist der, bei

---

1) Außer dem schon früher darüber Erörterten ist daran zu erinnern, daß an Stelle eines abgebrochenen Keimtriebes eine ganze Anzahl von Schwächlingen hervorbricht, daß Zerschnittenes Saatgut und besonders der Längenschnitt im Verhältniß die größte Zahl von Knollen ansetzt. Eine durch verschiedene Experimente zur gänzlichen Verkümmerung gebrachte Kartoffelstaude zeigte beim Ausnehmen am 15. Juni gegen 30 angesetzte Knöllchen.

2) Aeußere Umstände hatten mich außer Vermögen gesetzt, die Sache weiter und genauer zu verfolgen; doch scheint mir, daß später dieses gelenkartige Zwischenglied sich zur gewöhnlichen Form des Ansatzes metamorphosirt.

Digitized by Google

welchem die Neigung einer solchen Seitensprossung der Triebe in erwähnter Weise angezeigt wird. In der Praxis wird der zweckmäßigste Grad des Abwelkens dann niemals überschritten, wenn man die Lichttriebe nie so lang werden läßt, daß sie bei Transport ꝛc. Verletzungen oder theilweisem Abstoßen unterliegen.

Die sogenannte Degeneration der Kartoffel ist im Sinne einer unbewußten Herabzüchtung aufzufassen im Gegensatz zur bewußten Heranbildung hervorragend leistungsfähiger Sämereien durch fortgesetzte Auswahl des Besten.

Speciell auf den Feldversuch bezüglich ergiebt sich weiter folgendes.

Die größte Setzknolle giebt unter sonst gleichen Umständen bei entsprechendem Raum zur Entfaltung die größte Brutto- und Netto-Ernte; Bei sehr engem Satz mag sie nur den größten Brutto-Ertrag garantiren.

Bei Vorhandensein von Seitenaugen gleichzeitig mit Kronenaugen werden aus ersteren nachträglich Knollen angesetzt, welche nicht mehr zur vollen Ausbildung gelangen und auch die Entwicklung der früheren Brut der Kronentriebe wird alsdann beeinträchtigt. Der Ertrag kann durch diese störenden Einflüsse um mehr geschädigt werden als durch den Einfluß eines doppelt schweren Saatgutes wieder zu begleichen ist. (Vergl. Klasse 3 mit 2. S. 49).

Wo bei gleichem Saatgewicht keine Seitenaugen vorhanden sind, werden nicht blos mehr gleichmäßig große, sondern an sich weit größere Knollen erzeugt; folglich geben die schwersten Saatknollen, an welchen man die Kreisaugen zerstört, die größte Ernte.

Der Längenschnitt erzeugt bei gleichem Saatgewicht die verhältnißmäßig größte Zahl mehr oder weniger unvollkommener Knollen, im Ganzen aber quantitativ die geringste Ernte.

Ganze unversehrte Knollen geben einen geringeren Ertrag als die von ihnen abgetrennten Kronen, an welchen bei Rücksicht auf möglichste Schonung des abzutrennenden Stückes (nach Größe) keine oder möglichst wenige Seitenaugen belassen wurden[1]).

---

1) Auf Sorten mit wenigen Seitenaugen wird dieser und der folgende Satz keine volle Anwendung finden dürfen; ebenfalls dann nicht, wenn das abzutrennende Kronenstück durch die vorgedachte Rücksicht allzuklein ausfallen sollte. — Als

Digitized by Google

Daraus folgt, daß wo und soweit es nicht durchführbar erscheinen sollte, bei der weitesten, für das einzelne Feld zulässigen (event. festzustellenden) Pflanzentfernung große Knollen mit ausgebohrten Kreisaugen zu verwenden, resp. ihre Verwendung in die größere Praxis einzuführen, es sich nicht unbedingt empfiehlt, wie jetzt noch vorwiegend angenommen, ganze Mittelkartoffeln auszulegen, sondern

„bei etwas geringerer, jedoch nach Boden, Klima und Kartoffelsorte ebenfalls variabler Pflanzweite von den größten Knollen der ganzen vorjährigen Ernte nach vollzogener Lichtkeimung die Kronentheile mit Rücksicht auf Gewinnung der größten Stücke mit möglichst wenigen Seitenaugen abzutrennen.

Es möge diese Arbeit nicht abgeschlossen werden, ohne zum Wenigsten die nothwendigsten Vorbehalte ausdrücklich hervorzuheben. — Es bedarf zunächst hier zwar kaum einer näheren Begründung, doch aber eines kurzen Hinweises, daß es erwünscht sein müßte, den vorstehenden Feldkulturversuch wiederholt und mit den verschiedensten Kartoffelsorten anzustellen; es wäre theils, um für die Ergebnisse neue Bestätigungen, vielleicht auch weitere Thatsachen zu finden. Meine seitherige Lage gestattete mir noch nicht, nach dieser Richtung selbst in der erwünschten Weise vorzugehen. Doch gab ich vielfach Veranlassung zu ähnlichen Versuchen im größeren Maßstabe, konnte auch einige derselben theilweise selbst leiten. Wie natürlich sind solche Versuche, wie sie vom Praktiker meistentheils ausgeführt werden können, wo oft nur die gröbsten Verstöße und Nebeneinflüsse zu vermeiden sind, wo bei der übrigen Arbeitsfülle u. s. w. gar leicht ein unscheinbares Moment von vielleicht entscheidendem Einfluß übersehen wird, im Allgemeinen nur vorsichtig aufzufassen. Doch aber ist es bemerkenswerth, daß mit einer einzigen Ausnahme, in allen, mir wieder bekannt gewordenen Versuchsergebnissen aus den verschiedensten Gegenden eine meine Resultate von 1868 übereinstimmend bestätigende Richtung hervorgetreten ist.

Durchaus darf es nicht übersehen werden, daß wenngleich die Ernteergebnisse bei richtig angelegten Versuchen die Richtung der gefundenen Resultate im Großen und Ganzen nothwendig bestätigen müssen, nicht blos

---

selbstverständlich wird angenommen, daß bei jedem Schneiden und bei jeder Verwendung der Kartoffel das Auslegen in der Regel erst erfolgt, nachdem sich eine Borke auf den wunden Stellen gebildet hat.

Digitized by Google

die Größe der Ertragsdifferenzen der in Vergleich stehenden Versuchsreihen nach Boden, Klima, Zeit, Pflanzmethode 2c. 2c. — wie bei allen Feldversuchen — in hohem Grade variabel sein muß, sondern daß in einzelnen Fällen zusammenwirkender Umstände sogar einmal scheinbar verneinende Resultate gefunden werden können. Die Unterschiede im Ertragsergebniß werden sich schon bei Versuchen im freien Felde weniger bedeutend herausstellen, insofern hier die Bodenkraft gewöhnlich nicht diese bedeutende ist. Auch die Sorten müssen von mehrseitigem Einfluß sein: bei wenig tragbaren Sorten und bei solchen mit wenigen Augen liegt die Vermuthung sehr nahe, daß sich die Verhältnißzahlen für die Erträge wesentlich enger zusammen rücken möchten; selbst rücksichtlich der Vegetationskraft der verschiedenen Augen verhalten sich verschiedene Kartoffelsorten nicht gleich; sie können zwar nicht prinzipiell verschieden sein, sind es aber graduell mitunter in ziemlich weiten Grenzen. Ob diese graduelle Verschiedenheit lediglich Eigenthümlichkeit der Sorte ist oder ob auch speciellere Wachsthumsverhältnisse und Reifezustände mitentscheidend sind, ist zur Zeit theils noch dahin gestellt; doch liegt es nach der Entwicklungsgeschichte der Keimaugen in Rücksicht auf ihr Alter u. s. w. nahe, das letztere anzunehmen; (Vergl. S. 14 u. f.) will doch von einzelnen Praktikern behauptet werden, unreife Knollen seien als Satzgut den völlig ausgereiften vorzuziehen. So absurd wie dies auf den ersten Blick erscheint, hat es doch immer Etwas für sich; es stimmt auffallend mit dem S. 14 u. f. Entwickelten überein und dürfte im ausschließlichen Interesse der Wissenschaft wenigstens einer Prüfung werth erscheinen, ob es nicht bei manchen besonders stärkereichen Sorten wirklich zuträfe[1]). Trifft nun bei Anlage eines Versuchs beispielsweise eine derartige, wie eben gedachte Sorte, vielleicht noch unter besonders günstigen Umständen sehr rasch erwachsen und vor völliger Ausreifung geerntet als Versuchsmaterial mit einem günstig verlaufenen Abwelkungsprozeß (Korrektiv durch Lichtkeimung) zusammen, so brauchen nur noch wenige begünstigende Umstände hinzuzutreten, um den höheren Vegetationswerth der Kronenaugen, den Einfluß der Vernichtung der Seitenaugen u. s. w. im Resultat nahezu verschwinden zu machen. Ueberhaupt bringt die Natur ebenso unübersehbare wie unberechenbare Kom-

1) Daß dabei von ganz unreifen Knollen keine Rede sein kann, erscheint einleuchtend und wird auch durch eine weitere Beobachtung noch während der Reinfertigung dieser Arbeit bestätigt. Kartoffeln junger Ernte und über Wallnußgröße legte ich mit alten Mutterknollen, von welchen die bis 2 Fuß langen Stengel abgebrochen wurden sowohl ins Licht, wie ins Dunkel. Hier wie dort entwickelten die Letzteren nach wenigen Tagen neue, ganz gesunde Triebe, die ersteren aber, welche schon Monate an denselben Orten lagen, zeigen keine Regung.

Digitized by Google

binationen zu Stande, welche oft die sorgfältigst angelegten Feldversuche und die vorsichtigsten der daraus gezogenen Schlüsse als Stückwerk erscheinen lassen.

Grade dieses sind die gewichtigsten Gründe, welche mir Veranlassung gaben, mit der vorliegenden Arbeit einigen in zahllosen Feldversuchen ohne Aussicht auf einen befriedigenden Abschluß hin und her schwankenden Fragen des practischen Kartoffelbaues in der Hauptsache mit Hilfsmitteln der Physiologie näher zu treten. Eine Aufgabe der Wissenschaft ist es, aus dem so vielfältig complicirten Gefüge von Ursachen und Wirkungen, von Haupt- und Nebeneinflüssen das Einzelne möglichst rein aus dem Gewirre heraus zu experimentiren, um den Werth oder Unwerth aller Einflüsse erst im einzelnen kennen zu lernen und so für die Combination sichere Grundlagen zu gewinnen. Eine Ernte ist das Produkt einer kaum nach allen Richtungen übersehbaren Menge von zusammenwirkenden Faktoren materieller und aktueller Art. Mengen von Bedingungen zu einer guten Ernte liegen im Samen, andere liegen im Boden, noch andere in der Athmosphäre, der Witterung, der Jahreszeit u. s. f. Von allen diesen Bedingungen haben zu dem noch die wenigsten an sich unveränderliche Werthgrößen; diese letzteren werden vielmehr meistentheils in gewissen Grenzen verändert, durch Veränderung der Werthgrößen, womit wieder andere Bedingungen ins Gewicht fallen. Nicht immer ist darum das Studium der einzelnen Bedingungen auch zugleich das äußerlich dankbarste und doch ist es der einzige Weg, der zuletzt zum Ziel, zu richtigen praktischen Erkenntnissen führen muß, wenn erst die Größe aller einzelnen Werthe, ebenso wie die annähernde Größe ihrer Dehnbarkeit unter bestimmten Einflüssen, gewonnen sein werden.

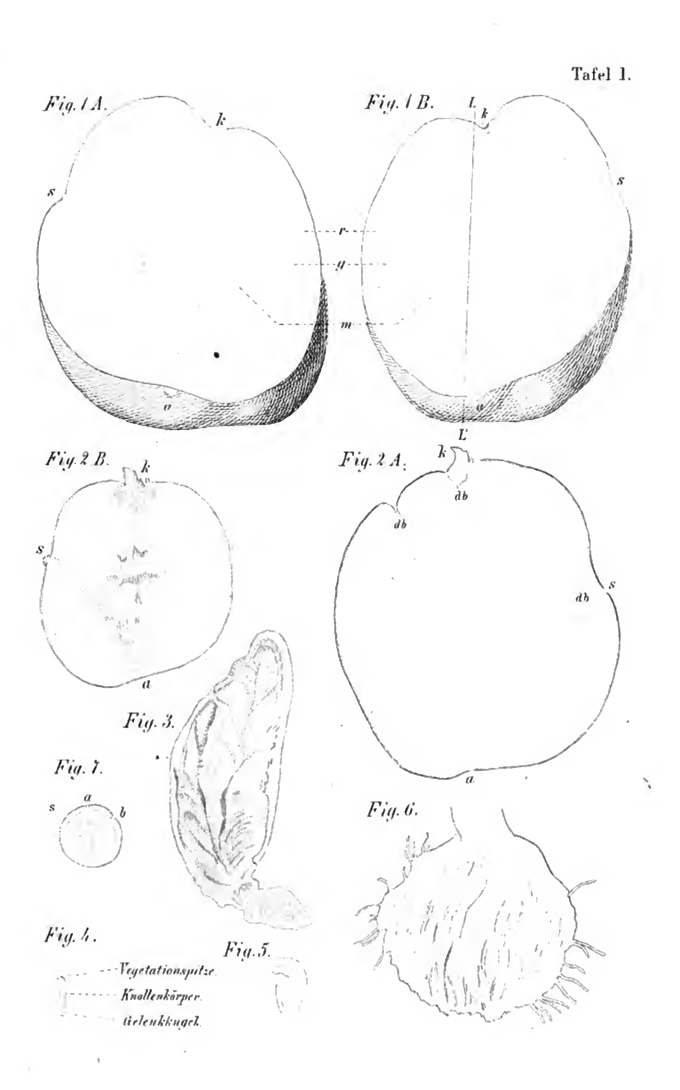
In der vorliegenden Arbeit ist es nun versucht, die wichtigsten derjenigen Bedingen einer höchsten Kartoffelernte kennen zu lernen, welche in der Mutterknolle selbst liegen. Ist es auch nicht möglich gewesen, einen jeden ausgesprochenen Satz, wie es der heutige Stand der Wissenschaft fordert, mit experimentellen Beweismitteln zu bekräftigen, so wolle man dem Verfasser daraus nicht den Vorwurf einer mangelnden Tiefe der wissenschaftlichen Strebung folgern; einmal schon, da derselbe vermöge einer bis in neuere Zeit nur unbeständigen Stellung noch bei Beginn dieser Arbeit fast aller und jeder Hilfsmittel entbehrte, ebenso, wie ihm ein vollständiges Quellenstudium bei höchst zersplitterten Zeitverhältnissen, sehr wechselndem Aufenthalt und fern von berufenen Pflegestätten der Wissenschaft geradezu unmöglich war; dann aber auch möge es Erwähnung finden, daß manche der Untersuchungen umfänglicher und vollständiger hätten angelegt werden können, wären dieselben Er-

Digitized by Google

kenntnisse und Fragepunkte, die sich erst daraus ergeben haben, schon die Ausgangspunkte gewesen. Jedenfalls aber glaubt Verfasser, durch eine derartige Auffassung der behandelten Materie diese ihrer Lichtung um einen Ruck näher gebracht und zugleich zur Begründung der Nothwendigkeit, das physiologische Studium immer mehr auch in die sogenannten praktischen Fragen hereinzuziehen, einige Gedanken angeregt zu haben, welche zu noch anderen und vielleicht weit umfassenderen Arbeiten in ähnlicher Richtung Anlaß geben mögen.

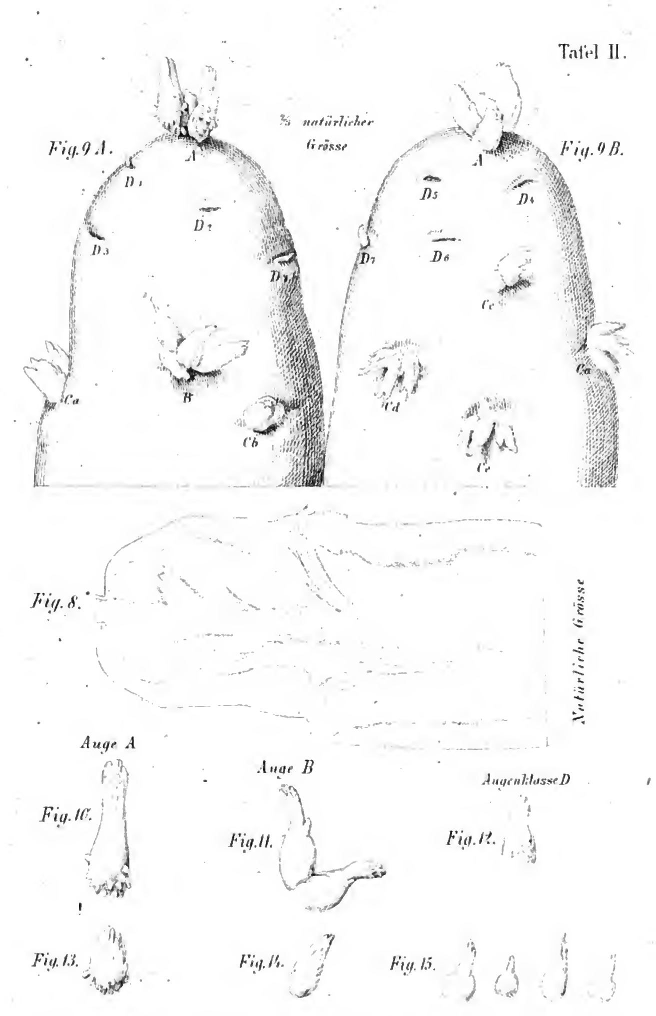
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

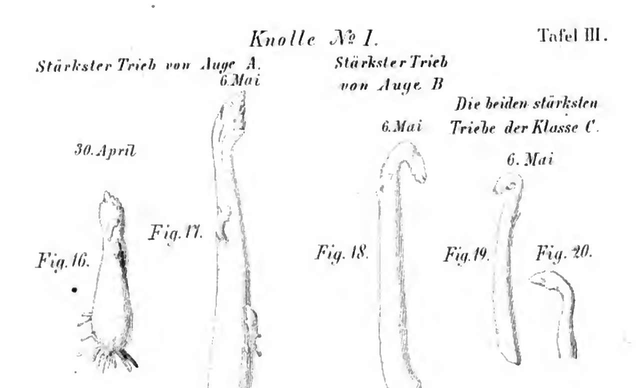
Digitized by Google

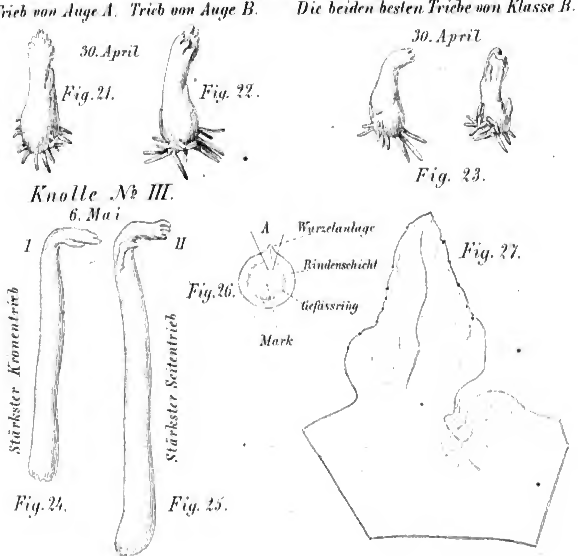


Die Zeichnungen Fig. 10–15 stellen die für den vorliegenden Zweck charakteristischen Keimtriebe der Knolle № I (Fig. 9) naturgetreu dar. Die obere Horizontalreihe zeigt je die stärksten, die untere Reihe je die schwächsten Triebe der betreffenden Augen, resp. Klasse.

Digitized by Google

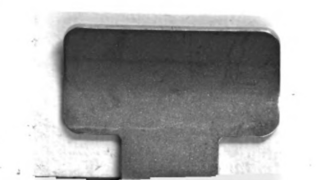
Digitized by Google



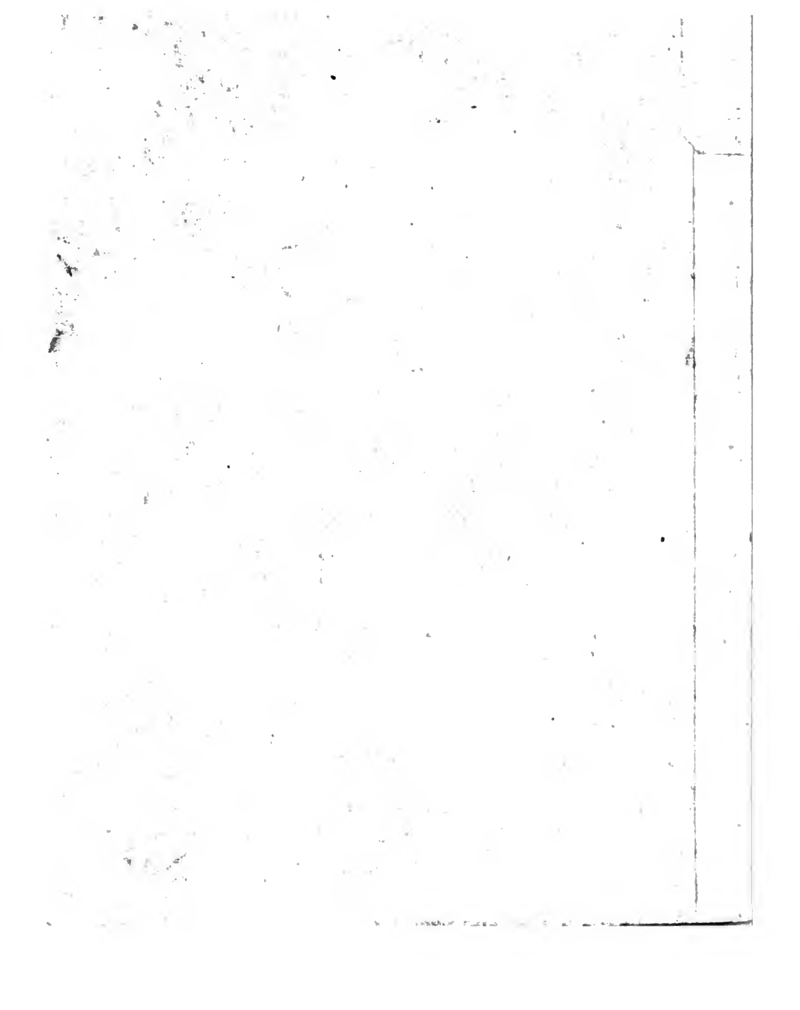


Digitized by Google

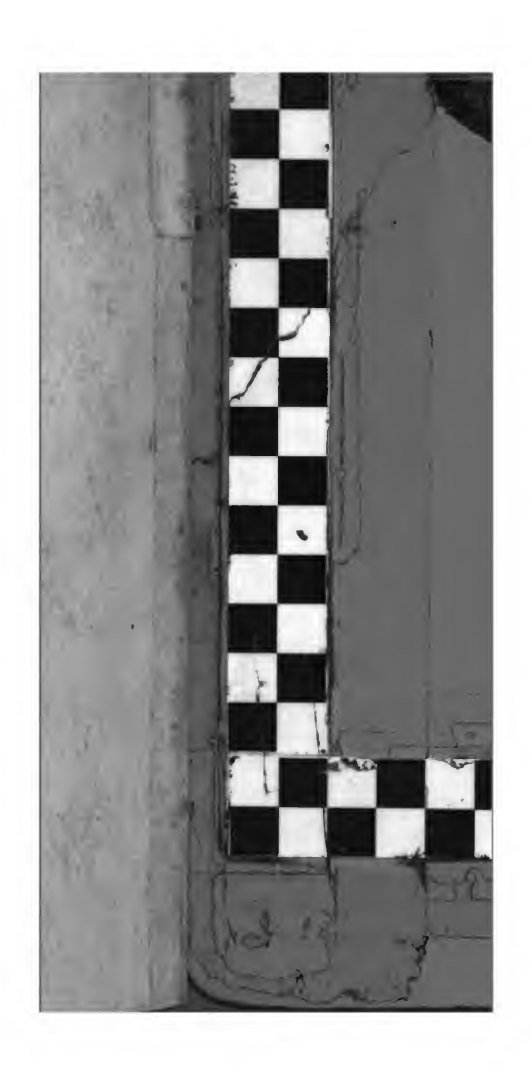
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

